



SKRIPSI - ME09 1329

ANALISA KEKUATAN *SUPPORT* / PONDASI TABUNG MINI LNG PADA BARGE

Zahratul Maulidah
NRP. 4211 106 007

Dosen Pembimbing I
Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.

Dosen Pembimbing II
Irfan Syarif Arief, ST. MT

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014



FINAL PROJECT - ME09 1329

ANALYSIS OF STRENGTH MINI LNG TANK SUPPORT / FOUNDATION ON BARGE

Zahratul Maulidah
NRP. 4211 106 007

Supervisor I
Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.

Supervisor II
Irfan Syarif Arief, ST. MT

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2014

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirobbil'aalamiin, segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Azza wa Jalla. Karena atas kebesaran dan kehendak-Nya penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisa Kekuatan *Support*/Pondasi Mini LNG pada Barge” dengan tepat pada waktunya sesuai dengan harapan.

Pengerjaan Skripsi ini merupakan suatu kesempatan yang sangat baik bagi penulis. Dengan pengerjaan skripsi ini, penulis bisa belajar lebih banyak untuk memperdalam dan meningkatkan apa yang telah didapatkan penulis selama menempuh perkuliahan di Teknik Sistem Perkapalan.

Selesainya skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak, Ibu, dan kedua kakak penulis yang selalu tiada henti memberikan do'a dan dukungannya.
3. Bapak Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang telah memberikan manajemen yang baik kepada mahasiswa.
4. Ir. Hari Prastowo, M.Sc, selaku Dosen wali yang selalu memberikan dukungan dan bantuan selama masa perkuliahan.
5. Bapak Ir. Amiadji, M.M., M.Sc. dan Irfan Syarif. ST. MT. selaku dosen pembimbing yang sudah banyak memberikan ilmu dan mengarahkan dalam penyelesaian skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.

6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS yang baik secara langsung maupun tidak langsung telah banyak menginspirasi selama masa perkuliahan.
7. Teman-teman seperjuangan dan teman-teman kost Kejawen Gebang II No.6 Hanik, Mbak Wahyu, Mbak Dwi, Mira, dan Anggra yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Teman-teman lab MMD yang juga tiada henti memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Serta khususnya yang jauh disana dan semua pihak yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Terima kasih sekali lagi penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian skripsi ini secara langsung ataupun tidak. Semoga apa yang telah dilakukan untuk suksesnya penulisan skripsi ini dapat berguna bagi penulis dan pembaca. Penulis menyadari bahwa Skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharap segala bentuk saran dan kritik yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini. Sebagai akhir penulis berharap agar Skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi kajian bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2014

Penulis

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KEKUATAN *SUPPORT*/PONDASI TABUNG MINI LNG PADA BARGE

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang Studi *Marine Manufacture and Design (MMD)*
Program S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ZAHRATUL MAULIDAH
NRP. 4211 106 007

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan:



Dr. Ir. A.A. Masroeri, M.Eng.
NIP. 1958 0807 1984 1001

SURABAYA
Juli, 2014

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KEKUATAN *SUPPORT/* PONDASI TABUNG MINI LNG PADA BARGE

SKRIPSI


Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang Studi *Marine Manufacture and Design (MMD)*
Program S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember


Oleh :

ZAHROTUL MAULIDAH

NRP. 4211 106 007

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi :

1. Ir. Amiadji, M.M., M.Sc. ()

2. Irfan Syarif Arief, ST. MT. ()

SURABAYA

Juli, 2014

Analisa Kekuatan *Support* / Pondasi Tabung Mini LNG pada Barge

Nama : Zahratul Maulidah
NRP : 4211 106 007
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.
2. Irfan Syarif Arief, ST. MT

ABSTRAK

Pemanfaatan gas alam dalam bentuk LNG merupakan alternatif pemecahan masalah untuk memecahkan masalah krisis tenaga listrik. Pemanfaatan gas alam tersebut tentunya harus ditunjang dengan fasilitas pendukung, dimana fasilitas pendukung yang dimaksud disini adalah ketersediaannya kapal pengangkut serta fasilitas penunjang baik dalam memproduksi, memproses, dan mendistribusikan. Analisa stress material merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam menentukan kuat atau tidaknya sruktur konstruksi kapal. Pada proses desain diperlukan inputan volume LNG yang dibutuhkan dan perhitungan tebal plat tabung, mendesain tabung dan support tabung mini LNG. Volume LNG yang di butuhkan adalah 10000 m³. Hasil simulasi dan analisa kekuatan tabung menunjukkan nilai maksimum stress yang terjadi 55,6 N/mm² dan nilai minimum stress 0,2 N/mm² dengan nilai strain 6,164 x 10⁻³, displacement 6,159 mm dan factor of safety 2,6. Sedangkan hasil simulasi dan analisa kekuatan support menunjukkan nilai maksimum stress yang terjadi 3,20646 x 10⁸ N/m² dan nilai minimum stress 1,29278 N/m² dengan nilai strain 1,611 x 10⁻¹², displacement 1,831 mm dan factor of safety 1,4.

Kata kunci: LNG, stress, displacement, factor of safety, support.

Analysis of Strength Mini LNG Tank Support/Foundation on Barge

Name : Zahratul Maulidah
NRP : 4211 106 007
Departement : Marine Engineering
Supervisor : 1. Ir. Amiadji, M.M., M.Sc.
2. Irfan Syarif Arief, ST. MT

ABSTRACT

The utilization of natural gas in the form of LNG is an alternative to solve the problem-solving of power crisis. The utilization of natural gas must be supported with facilities support, where support facilities are meant here is the availability of ship carrying and facilities support in producing, processing and distributing. Analysis of the material stress is one of thing that is very important in determining whether or not the structures that strong ship construction. On the process design, the input required is volume of LNG that necessary, and calculation of tube plate thickness, design and support of tube tube mini LNG. The volume of LNG is needed is 10000 m³. The result of simulation and analysis show that the strength of tank, maximum value of stress that occurs at 55,6 N/mm² and the minimum of minimum stress value is 0.2 N / mm², with a value of strain is 6.164 x 10⁻³, displacement is 6.159 mm and a factor of safety of 2.6. While the results of simulation and analysi the strength of support shows the maximum value of the stress that occurs 3.20646 x 10⁸ N / m² and the minimum stress value is 1.29278 N / m² with a value of strain is 1.611 x 10⁻¹², displacement is 1.831 mm and a factor of safety of 1.4.

Key word : LNG, stress, displacement, factor of safety, support.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Manfaat Penulisan	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Definisi LNG	5
2.2 Kapal LNG	6
2.3 Jenis Konstruksi Tangki Muatan Kapal LNG	8
2.3.1 <i>Membrane Tank (Non-Self Supporting Tank)</i>	8
2.3.2 <i>Independent Tank (Self Supporting Tank)</i>	9
2.4 Tata Letak Tangki LNG	16
2.5 Tegangan	17
2.6 Regangan	18
2.7 <i>Factor of Safety (FOS)</i>	18
2.8 <i>Software Solidworks</i>	19
BAB III METODOLOGI	21
3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	21
3.2 Studi Literatur.....	21
3.3 Pengumpulan Data.....	21
3.4 Rencana Desain	22
3.5 Pengolahan Data.....	22
3.6 Analisa dan Pembahasan	22
3.7 Kesimpulan dan Saran.....	22

3.8 Diagram Alur Pengerjaan Skripsi	23
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Perancangan Ukuran Tabung Mini LNG	25
4.2 Pengukuran Tebal Tabung Mini LNG	26
4.3 Beban Tabung Mini LNG	28
4.4 Pembuatan Model	28
4.4.1 Model Tabung Mini LNG	29
4.4.2 Model pada Sliding Saddle	31
4.4.3 <i>Bracket</i> Pondasi	34
4.5 Proses Analisa	34
4.5.1 Penyederhanaan Model	35
4.5.2 Simulasi	35
4.6 Proses Analisa Beban Statis	40
4.6.1 Tegangan (<i>Stress</i>)	40
4.6.2 Perubahan Bentuk (<i>Displacement</i>)	43
4.6.3 <i>Strain</i> (Laju Perubahan <i>Displacement</i>)	43
4.6.4 Faktor Keamanan (<i>Safety of Factor</i>)	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	55
BIODATA PENULIS	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Membrane Type</i> Membujur Kapal	8
Gambar 2.2 <i>Membrane Type</i> Melintang Kapal	8
Gambar 2.3 <i>Moss Independent Spherical</i> Membujur Kapal	11
Gambar 2.4 <i>Moss Independent Spherical</i> Melintang Kapal	11
Gambar 2.5 Potongan melintang struktur tangki IHI_SPB	13
Gambar 2.6 Shinju Maru 1	14
Gambar 2.7 <i>Independent Cylindrical Type-C</i>	15
Gambar 3.1 Gambaran Umum Keseluruhan Proses Pengerjaan Skripsi	23
Gambar 4.1 Tabung Mini LNG	29
Gambar 4.2 Sket Tabung Mini LNG	30
Gambar 4.3 Desain Dimensi Tabung Mini LNG	30
Gambar 4.4 Struktur Pondasi Tabung Mini LNG	31
Gambar 4.5 <i>Sketch Sliding Saddle</i>	32
Gambar 4.6 Dimensi <i>Sliding Saddle</i>	33
Gambar 4.7 Model <i>Bracket</i> Pondasi	34
Gambar 4.8 Proses <i>Meshing</i> pada Tabung	38
Gambar 4.9 Proses <i>Meshing</i> pada Pondasi	39
Gambar 4.10 Hasil Tegangan pada Tabung (<i>Stress</i>) Maksimal dan Minimal	41
Gambar 4.11 Hasil Tegangan pada Pondasi (<i>Stress</i>) Maksimal dan Minimal	42
Gambar 4.12 Hasil Perubahan Bentuk pada Tabung (<i>Displacement</i>)	45
Gambar 4.13 Hasil Perubahan Bentuk pada Pondasi (<i>Displacement</i>)	46
Gambar 4.14 Hasil <i>Strain</i> pada Tabung (Laju Perubahan <i>Displacement</i>)	47

Gambar 4.15 Hasil <i>Strain</i> pada Pondasi (Laju Perubahan <i>Displacement</i>)	48
Gambar 4.16 Hasil <i>Factor of Safety</i> pada Tabung (Faktor Keamanan)	49
Gambar 4.17 Hasil <i>Factor of Safety</i> pada Pondasi (Faktor Keamanan)	50

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 <i>Mechanical Properties</i> Alluminium Alloy 5083-O ...	36
Tabel 4.2 <i>Mechanical Properties</i> Carbon Manganese Steel	36

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini akan dijelaskan beberapa hal dasar mengenai skripsi ini yang meliputi: latar belakang, tujuan, manfaat, permasalahan, batasan permasalahan, serta metodologi penulisan skripsi ini. Latar belakang berisi mengenai hal-hal yang melatarbelakangi pemilihan judul skripsi. Rumusan masalah memuat hal-hal yang harus diselesaikan. Batasan masalah berisi batasan-batasan yang melingkupi pembuatan skripsi ini. Tujuan berisi hal-hal yang ingin dicapai dari pembuatan skripsi. Penjelasan tentang hal-hal tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran umum mengenai permasalahan sehingga penyelesaian masalah dapat dipahami dengan baik.

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia memiliki cukup kandungan potensi gas alam yang sangat melimpah. Gas alam ini mempunyai peran yang sangat penting dalam pembangunan nasional dimana gas alam tersebut digunakan sebagai sumber energi. Penggunaan gas alam sebagai energi alternatif selain minyak bumi, membuat konsekuensi bahwa produksi dan penggunaan gas alam harus ditingkatkan dalam kurun waktu ke depan. Pemanfaatan gas alam yang terdapat di wilayah Indonesia cenderung digunakan sebagai komoditas ekspor dibandingkan sebagai pasokan kebutuhan sumber energi domestik. Berdasarkan data BP MIGAS 2004 terbukti bahwa pada tahun 2003 produksi (ekspor) gas di Indonesia adalah terbesar di dunia yaitu sebesar 26,45 MTPY. Peningkatan pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk di Indonesia yang berkembang ini memicu akan terjaminnya energi listrik yang memadai demi kelangsungan hidup. Kebutuhan pasokan listrik yang terjadi belakangan ini menyebabkan kondisi menjadi tidak seimbang antara ketersediaan listrik dengan kebutuhan konsumen. Dari fenomena yang ada ini dan dengan kebijakan dari pemerintah mengenai kebijakan energi nasional,

maka pemanfaatan gas alam sebagai bahan bakar pembangkit tenaga listrik merupakan pilihan yang patut untuk dipertimbangkan.

LNG (Liquified Natural Gas) merupakan gas alam (Metana- CH_4) yang didinginkan melalui proses pendinginan sampai pada suhu -160°C pada tekanan atmosfer yang membuatnya menjadi zat cair dan volumenya menjadi 1/600 dari kondisi semula sebagai gas. Pemanfaatan gas alam dalam bentuk LNG merupakan alternatif pemecahan masalah untuk memecahkan masalah krisis tenaga listrik. Pemanfaatan gas alam tersebut tentunya harus ditunjang dengan fasilitas pendukung, dimana fasilitas pendukung yang dimaksud disini adalah ketersediaannya kapal pengangkut serta fasilitas penunjang baik dalam memproduksi, memproses, dan mendistribusikan. Analisa *stress* material merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam menentukan kuat atau tidaknya sruktur konstruksi kapal.

Terminal Bontang (Badak), telah dirancang untuk melayani kapal-kapal LNG berkapasitas 135.000 m^3 , 125.000 m^3 , dan 20.000 m^3 . Sperti yang telah diketahui bahwa Jepang melakukan kerjasama dengan PT PGN (Perusahaan Gas Negara) mempunyai rencana (diharapkan mulai 2010) untuk berpartisipasi dalam pendistribusian LNG di Indonesia dengan menggunakan Tanker LNG kecil berkapasitas 10.000 m^3 dari Bontang menuju ke Makassar (dengan jarak 800 km). Kebutuhan gas alam pada saat ini di Makassar adalah sekitar 50 MMSCFD atau sekitar 2100 m^3 LNG [1].

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat dirumuskan permasalahan dalam studi kasus ini. Adapun perumusan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Bagaimana kekuatan yang terjadi pada tabung mini LNG *independent type C*?
2. Bagaimana kekuatan yang terjadi pada pondasi tabung mini LNG *independent type C*?

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai pada skripsi ini adalah:

1. Mengetahui besarnya kekuatan dan kelayakan dari tabung mini LNG *independent type C*.
2. Mengetahui besarnya kekuatan dan kelayakan dari pondasi tabung mini LNG *independent type C*.

1.4 Manfaat Penulisan

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, Manfaat yang ingin dicapai dalam pembuatan skripsi ini adalah:

1. Membantu dalam melancarkan program pemerintah yaitu mengkonversi BBM menjadi BBG.
2. Memperluas pendistribusian bahan bakar gas sampai ke daerah yang sulit dijangkau oleh pendistribusian dengan menggunakan jaringan pipa.
3. Menambah wawasan bagi para pembaca yang masih awam atau sudah pernah mendengar sekilas tentang kekuatan pondasi tabung mini LNG kapal.
4. Mengetahui struktur atau konstruksi pondasi tabung mini LNG yang baik.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menegaskan dan lebih memfokuskan permasalahan yang akan di analisa dalam skripsi ini, maka akan dibatasi permasalahan-permasalahan sebagai berikut:

1. Analisa dilakukan pada volume tangki LNG sebesar 10.000 m^3 .
2. Tipe tangki yang digunakan adalah *independent cylindrical type C*.
3. Material tangki yang digunakan adalah *alluminium alloy 5083-O*.
4. Analisa kekuatan hanya pada bagian tangki dan pondasi.
5. Analisa dilakukan hanya pada kondisi statis.

6. Barge yang digunakan menyesuaikan dengan ukuran tabung yang telah didesain.
7. *Software* yang digunakan untuk mendesain dan menganalisa menggunakan *SolidWorks*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan teori-teori yang berkaitan dengan definisi LNG, macam-macam tpe kapal LNG, tegangan, regangan, *factor of safety* dan *software* yang digunakan sebagai penunjang dalam pengerjaan dan penyelesaian skripsi.

2.1 Definisi LNG

LNG (*Liquefied Natural Gas*) adalah gas alam (metana-CH₄) yang didinginkan sampai suhu -163°C pada tekanan atmosfer yang membuatnya menjadi zat cair dan volumenya menjadi 1/600 dari kondisi semula sebagai gas. Kondisi cair ini memungkinkan pengangkutan LNG dilakukan dalam jumlah besar dengan kapal tanker LNG. Sebelum gas alam dicairkan, terlebih dahulu partikel-partikel asing dibersihkan dan diproses antara lain melalui *desulfurization*, *dehydration* dan pembersihan karbon dioksida. Semua proses ini membuat gas menjadi tidak berwarna, transparan, tidak berbau, tidak beracun, serta terhindar dari sulfur oksida dan abu. LNG adalah energi yang bersih (1 KWH energi gas mengandung 446 gram CO₂) juga karena kandungan nitrogen oksida yang kurang (20-37)% serta karbon dioksida (57%) dibandingkan dengan batu bara. Apabila LNG bersentuhan dengan udara, akan menghasilkan uap putih yang dengan mudah terlihat. Karena uap LNG lebih ringan dari udara, ia menguap ke atas. Selain itu karena suhu nyala spontan LNG lebih tinggi dari bensin, sifat ini membuat LNG sebagai energi yang relative aman. Karena LNG terutama terdiri dari metana, ia mempunyai kalori yang tinggi (12000 kkal/kg) dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya seperti batu bara dan minyak bumi. Sebagai cadangan energi gas alam juga lebih melimpah dan lebih tersebar luas di planet bumi ini dibandingkan dengan minyak [1].

LNG menawarkan kepadatan energi yang sebanding dengan bahan bakar petrol dan diesel dan menghasilkan polusi yang lebih sedikit, tetapi dengan biaya produksi yang relatie tinggi, dengan

resiko ledakan yang lebih besar serta kebutuhan penyimpanannya yang menggunakan tangki *cryogenic* yang mahal telah mengurangi penggunaannya dalam aplikasi komersial. *Cryogenic* adalah suatu bentuk cair dari setiap unsur atau senyawa yang mencair dibawah suhu 100°F. LNG berasal dari gas alam yang merupakan campuran dari beberapa gas yang berbeda sehingga tidak memiliki nilai panas yang spesifik. Nilai panasnya bergantung pada sumber gas yang digunakan dan proses yang digunakan untuk mencairkan bentuk gasnya. Nilai panas tertinggi LNG berkisar sekitar 24MJ/L pada suhu -164°C dan nilai terendahnya 21MJ/L [2]

Ada sejumlah manfaat untuk memanfaatkan gas alam sebagai bahan bakar pembangkit listrik, termasuk:

- Penggunaan di pembangkit listrik: gas alam telah digunakan dalam siklus gabungan turbin gas (CCGT) di dunia yang telah memungkinkan fasilitas ini memiliki efisiensi termal lebih tinggi daripada pemakaian batubara atau minyak untuk pembangkit listrik dengan kapasitas pembangkit yang sama.
- Manfaat lingkungan: gas alam merupakan salah satu sumber energi yang paling bersih dan mempunyai bentuk yang paling efisien dan energy lain yang tersedia, hampir tidak menghasilkan partikular dan kandungan nitrogen oksida (NO_x) serta karbon dioksida (CO_2) yang sedikit dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya.
- Anggapan bahwa LNG lebih berbahaya dari jenis hydrocarbon yang lain adalah salah, karena dimana LNG memiliki resiko kebakaran yang lebih kecil daripada jenis hydrocarbon yang lain karena kebocoran LNG akan dengan mudah terdeteksi karena kelambaban akan dapat dengan mudah terlihat, serta laju kebakaran dari LNG lebih lambat daripada laju manusia untuk berjalan [2].

2.2 Kapal LNG

Kapal pertama yang digunakan untuk mengangkut LNG adalah kapal "*Methane Pioneer*" yang sebelumnya merupakan

kapal tanker kecil yang dikonversikan menjadi kapal pengangkut LNG. Kapal ini mengangkut LNG dari Teluk Meksiko ke Sungai Thames, Inggris pada tahun 1959, dan menjadi pelopor untuk pembangunan kapal-kapal LNG masa kini.

Seperti diketahui muatan LNG mempunyai suhu yang sangat rendah ($-163\text{ }^{\circ}\text{C}$) dan mempunyai potensi bahaya. Muatan tersebut apabila mengenai baja maka baja akan menjadi rapuh, retak atau pecah. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal ini bahan tangki muatan selalu dibuat dari bahan logam khusus yaitu aluminium, baja tahan karat, 9% *nickel steel* dan *bronze*. Disamping itu untuk menjaga suhu yang diinginkan serta kemungkinan kebocoran, seluruh tangki muatan selalu diberi isolasi yang terbuat dari bahan *foam* atau bahan isolasi lainnya. Seluruh konstruksi kapal LNG juga selalu menggunakan *mild steel* dan bukan *high tensile steel*. Walaupun mempunyai potensi bahaya namun pengangkutan LNG dengan kapal mencatat rekor tanpa kecelakaan yang berarti selama 40 tahun terakhir ini [1].

Sifat LNG adalah tidak beracun (*non-toxic*), tidak berbau (*odorless*), tidak menimbulkan karat (*non-corrosive*), tidak mudah terbakar/meledak (*non-consumable*), tidak menghasilkan banyak polutan berbahaya (hanya sedikit CO_2 , NO_x dan SO_x) sehingga ramah lingkungan, serta mudah, aman, dan murah biaya transportasinya.

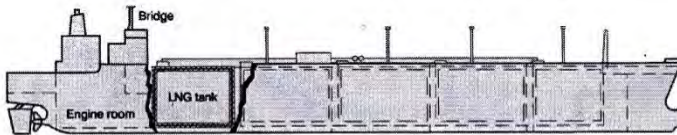
Dalam bentuk cair, LNG tidak meledak, dan uap LNG hanya akan meledak jika tersulut dalam pencampuran dengan udara dalam kisaran yang mudah terbakar dan dalam satu ruangan tertutup atau semi ruang tertutup. LNG baru akan mudah terbakar dalam fase gas/uapnya (*vapour*). Uap LNG hanya *flammable* pada konsentrasi tertentu saja. Jika presentase uap LNG $< 5\%$ maka *non-flammable*. Begitu pula jika uap LNG $> 15\%$ termasuk *non-flammable* karena terlalu banyak gas di udara sehingga kurang oksigen untuk membuatnya terbakar. Jadi uap LNG akan mudah terbakar (*flammable*) jika persentasenya berada pada kisaran 5-15% [3]

2.3 Jenis Konstruksi Tangki Muatan Kapal LNG

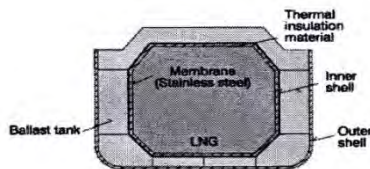
Secara umum, berdasarkan IGC *code*, maka sistem/tipe tangki muatan kapal-kapal LNG dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu:

2.3.1 Membrane Tank (Non-Self Supporting Tank)

Dilihat dari segi strukturnya, maka tangki muatan merupakan bagian integral dari struktur kapal. Karena itu tipe ini sering dikenal dengan sebutan *integrated tank*. Bagian dalam dari tangki muatan dibuat dari material tipis dengan kemungkinan resapan dan bocor yang sangat kecil diikuti dengan material isolasi yang melekat dengan struktur badan kapal. Kapasitas tekanan uap dari tangki muatan tipe ini sekitar 0,25 bar, namun nilai ini dapat dinaikkan hingga mencapai 0,27 bar. Bentuk geometris dari tangki tipe membran ini menyesuaikan dengan bentuk bagian dalam dari badan kapal. Contoh untuk struktur *membrane tank* diunjukkan pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2



Gambar 2.1 *Membrane Type Membujur Kapal* [1]



Gambar 2.2 *Membrane Type Melintang Kapal* [1]

Prinsip dasar tangki muatan LNG tipe membran ini pertama kali dikenalkan oleh Conch di tahun 1954, yang selanjutnya secara kontinu melakukan penelitian selama empat tahun setelah itu untuk mengembangkan sistem penunjangnya.

Secara struktur, membran langsung berhubungan dengan struktur badan kapal, dengan demikian beban yang diakibatkan oleh muatan akan secara keseluruhan didistribusikan ke struktur kapal. Kondisi ini sangat berlawanan dengan tangki tipe *independent* dimana beban karena muatan hanya diterima oleh tangki itu sendiri. Karena itu kapal-kapal dengan membran ini harus disesain untuk mampu mengatasi *internal cargo load* dan *external excitation*, yang khususnya disebabkan karena gelombang.

2.3.2 *Independent Tank (Self Supporting Tank)*

Dilihat dari segi strukturnya, tangki muatan tipe ini tidak memiliki struktur yang menjadi satu dengan struktur badan kapal. Tipe ini dapat dikelompokkan menjadi dua, yakni Tipe-A dan Tipe-B, akan tetapi saat ini Tipe-A sudah tidak lagi digunakan. Tipe-B selanjutnya masih dikelompokkan menjadi dua kelompok berdasarkan geometris tangki, yakni *spherical* dan *prismatic tanks*. Tangki tipe ini didesain memiliki tekanan uap hingga 0,7 bar. Dalam proses pengerjaannya, tangki tipe ini difabrikasikan secara terpisah dan paralel dengan pengerjaan kapalnya. Jika tangki telah selesai difabrikasi, maka tangki tersebut diletakkan di dalam badan kapal. Secara teori, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kapal LNG dengan tipe tangki seperti ini akan lebih pendek dibandingkan dengan tipe membrane pada ukuran yang sama.

Sistem tangki penampung muatan LNG dikatakan sebagai *independent tank* atau *self supporting tank* jika tidak merupakan bagian integral dari struktur badan kapal. Dengan demikian maka tangki tidak akan mendapat pengaruh langsung dari deformasi struktur badan kapal atau dipengaruhi oleh kekuatan struktur badan kapal. Tipe ini pertama kali diterapkan pada *chemical tanker* “Methane Pioneer” dan kemudian diikuti oleh “Methane Progress” serta “Methane Princess”. Bentuk geometris dari *independent tank* bisa berbentuk *spherical* atau *prismatic*. Pertimbangan dalam pemilihan kedua bentuk geometris ini lebih

ditentukan oleh kapasitas muatan yang mampu ditampung oleh kedua jenis tangki tersebut. Secara umum, pada ukuran kapal yang sama bentuk *prismatic* memiliki volume yang lebih besar. Akan tetapi, bentuk *spherical* lebih diinginkan mengingat bentuk tersebut menimbulkan konsentrasi tegangan yang lebih kecil dibandingkan dengan bentuk *prismatic*.

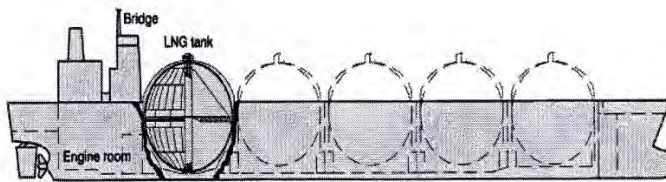
a. Independent Spherical Tank-B

Bentuk tangki *spherical* lebih diminati khususnya pada tahapan konsep desain karena kesederhanaan dan kapasitas yang dimungkinkan untuk menahan beban tekanan tinggi. Dengan bentuk ini kekuatan tangki diyakini mampu menahan beban jika dikenai tekanan eksternal maupun internal yang relative tinggi. Ini juga berarti bahwa jenis tangki ini mungkin dibuat dengan pengurangan komponen pendukung struktur tangki khususnya plat tangki yang memungkinkan pengurangan berat struktur dan pengurangan biaya. Berdasarkan karakteristik tersebut, tangki bentuk *spherical* juga banyak digunakan sebagai penyimpanan LNG untuk fasilitas di darat.

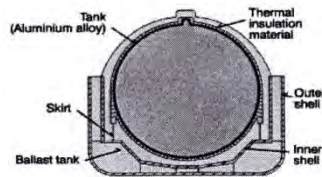
Tangki jenis ini pertama kali dikenalkan oleh sebuah perusahaan swasta Norwegia yakni *Kvaerner Group* untuk keperluan transportasi LNG lewat laut. Walaupun pada awalnya jenis tangki banyak sekali dikritik, *Kvaerner* tetap mengembangkan pola desain dan bahan yang mampu menjamin keamanan operasional tangki ini sebagai tempat penyimpanan LNG. Keyakinan bahwa tangki tipe ini mampu menyimpan LNG dengan aman dimulai dengan kemampuan tangki ini dalam menyimpan LNG yang diangkut dengan kapal. Aplikasi ini pada awal pengembangannya banyak mendapat dukungan dari divisi maritime DNV. Untuk selanjutnya *Kvaerner* bekerja sama dengan Moss untuk mengembangkan teknologi ini yang akhirnya dikenal dengan nama *Kvaerner-Moss tank*.

Desain tangki *spherical* *Kvaerner-Moss* saat ini dibuat dengan menggunakan *aluminium alloy A5083-O* dengan lapisan isolasi yang dilengkapi dengan sistem pendingin eksternal dengan

menggunakan *liquefied nitrogen* sebagai bahan pendinginnya. Sistem isolasi dan pendinginan ini dimaksudkan untuk meminimalkan penetrasi panas kedalam tangki sehingga dapat mengurangi jumlah *boiled off gas*. Lebih jauh lagi, sistem ini akan mencegah kerusakan pada struktur badan kapal akibat efek dari suhu yang rendah. Di sisi dalam badan kapal, tangki *spherical* ditopang oleh dinding pelapis pada bagian ekuator tangki yang didesain dengan ketebalan yang lebih dibandingkan dengan bagian tangki yang lainnya. Tangki ini dilas pada dinding pelapis melalui sebuah plat antara yang juga berfungsi sebagai penghambat kalor (*thermal brake*). Lapisan pelindung yang terbuat dari baja dengan kekuatan tarik yang tinggi dengan *grade E* kemudian dilas pada bagian bawah dari tangki di bagian dalam kapal.



Gambar 2.3 Moss Independent Spherical Membujur Kapal [1]



Gambar 2.4 Moss Independent Spherical Melintang Kapal [1]

Struktur vertikal jenis tangki ini diletakkan di dalam tangki berdiri tepat di tengah tangki dan menghubungkan kutub atas tangki hingga ke bagian dasar tangki dan didesain sebagai *tower* yang berfungsi juga untuk jalan lalu bagi perpipaan serta peralatan bongkar muat agar menjadi ringkas. *Tower* ini juga dilengkapi dengan LNG *sprinklers* untuk menjaga temperatur

tangki konstan saat tangki berisi sedikit muatan atau kosong sama sekali. *Tower* ini tidak memberikan kontribusi pada kekuatan tangki. Suspensi karet dipergunakan untuk mengunci tangki dengan badan kapal sehingga cukup fleksibel terhadap pengaruh ekspansi tangki dan beban kontraksi yang terjadi akibat perbedaan temperatur antara muatan kapal dan lingkungan sekitarnya.

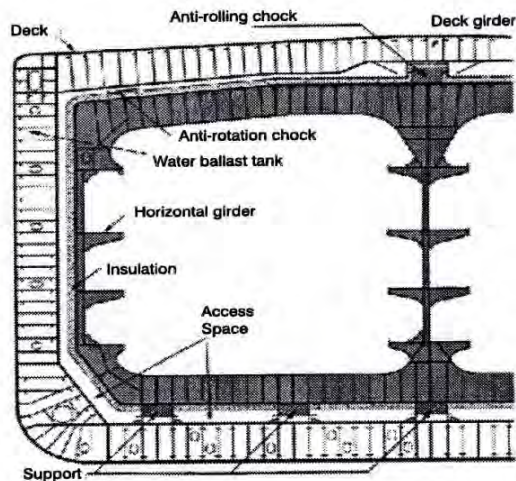
Selain sistem proteksi yang telah dijelaskan di atas, pada kapal yang dilengkapi dengan jenis tangki ini harus dilengkapi juga dengan sistem pencair gas (*reliquefaction system*) yang dioperasikan selama kapal berlayar untuk meminimalkan kehilangan muatan menjadi *boil of gas* dan mengurangi tekanan yang berlebihan akibat *boil of gas* tersebut. Lebih lanjut lagi, tangki tipe ini perlu dilengkapi dengan sistem *inert gas* nitrogen. Fungsi utamanya adalah untuk memindahkan oksigen dari ruangan tangki yang tidak terisi oleh cairan LNG. Untuk kebutuhan ini, maka sistem produksi *inert gas* dengan memanfaatkan gas buang motor induk sering dipergunakan.

b. Independent Prismatic Type-B

Tangki jenis ini dikembangkan oleh galangan Jepang Ishkawajima Harima Heavy Industry (IHI), dan lebih dikenal dengan sebutan IHI-SPB. Desain IHI-SPB terlihat merupakan perbaikan atas desain dari *Conch Independent tank (self supporting tank Type-A)*, terutama pada konstruksi dan struktur pendurung serta sistem isolasinya. Tangki IHI-SPB pertama kali dibuat unruk kapal LNG “Polar Eagle” dengan kapasitas 87.500 m³. Kapal ini berbendera Liberia dan dimiliki oleh Philips Alaska Natural Gas Corp dan dibuat di galangan IHI Japan.

Tangki SPB dibuat dengan menggunakan bahan *aluminium alloy* ASTM 5083-O, material yang sangat tepat untuk menahan karakteristik tempertaur muatan yang sangat rendah. Bagian dalam dari tangki ini terdiri atas gading-gading transfersal dan longitudinal (*transfersal and longitudinal frame*) serta penguat (*stiffeners*).

Tangki LNG dan badan kapal dipisahkan oleh ruang yang mungkin digunakan sebagai jalan lalu untuk melakukan perawatan dan inspeksi. Ruang ini memungkinkan kapal terhindar dari transfer beban statis dan dinamis yang terjadi pada tangki LNG ke kapal ataupun sebaliknya. Dengan kondisi seperti tersebut efek penambahan beban antara badan kapal dan tangki LNG sangat mungkin diminimalkan dan ini merupakan salah satu alasan mengapa jenis tangki ini memiliki daya tarik lebih dibandingkan jenis tangki lainnya.



Gambar 2.5 Potongan melintang struktur tangki IHI_SPB [1]

Pada tangki jenis ini, jenis isolasi yang paling umum digunakan adalah *polyurethane foam* yang langsung dicor di atas permukaan baja. Kelemahan pada system isolasi ini adalah keretakan yang mudah terjadi khususnya pada sambungan-sambungan. Perbaikan telah dilakukan guna menyempurnakan desain jenis tangki ini dengan menguji property bahan isolasi pada suhu yang sangat rendah mencapai -192°C . Upaya pengujian juga telah beberapa kali dilakukan pada specimen berukuran 1×2 m. Akan tetapi keretakan pada beberapa sambungan masih saja ditemukan.

Dalam meletakkan tangki *prismatic* di dalam badan kapal, tangki ditopang oleh struktur dasar kapal mulai dari pelantain (*floor*) hingga *tank top* dan berlanjut ke *upper deck girder*. Penyangga pada struktur bawah kapal biasanya diletakkan pada setiap dua jarak gading kapal namun dapat diletakkan pada rentang yang berbeda tergantung pada ukuran tangki. Penyangga bagian atas dibuat balok kayu.

c. Independent Cylindrical Type-C

Distribusi melalui laut dengan kapal tanker LNG kecil berkapasitas 1781 DWT (LOA 86,29 m x LBP 80,30 m x B 15,10 m x depth 7,00 m x draught 4,171 m, daya mesin 1912 kW/270 RPM, kecepatan dinas 12,4 knot) telah diperkenalkan dan dipergunakan di Jepang untuk mengangkut LNG dalam 2 tangki silinder yang *independent (Type-C)* volume keseluruhan 2513 m³, desain temperatur -163°C dan tekanan 300 kPaG.



Gambar 2.6 Shinju Maru 1 [4]

Spesifikasi teknis kapal ini antara lain adalah sistem tangki muat bertekanan tanpa penanganan BOG, mempunyai tingkat keselamatan yang tinggi terhadap tubrukan/kandas karena konstruksi *double hull*, kemampuan olah gerak yang cukup dengan *schilling rudder*, CPP, dan *bow thruster*. Sistem tangki muat bertekanan adalah berdasarkan IGC Code (*Cargo Pressure/*

Temperature Control). Sistem ini memungkinkan LNG menjadi panas dan tekanan di dalam tangki naik, sementara isolasi/tekanan tangki muat memadai untuk menjaga margin yang sesuai selama waktu operasi pada suhu yang diinginkan.



Gambar 2.7 *Independent Cylindrical Type-C*

Sejak Agustus 2003 *Mini LNG Carrier* ini telah dipergunakan untuk mengangkut LNG dari *Loading Terminal* Kita-Kyushu yang dimiliki oleh Kyushu Electric dan NSC ke *Receiving Terminal* LNG (jarak 380 km) di Takamatsu (Shikoku Gas, Permintaan 90000 TPY atau 13 MMSCFD) dan Okayama (Okayama Gas, Permintaan 60000 TPY atau 9 MMSCFD)

Perhatian khusus biasanya diberikan ke tangki kargo jenis ini dan isolasi dalam cara chocks, pondasi dan kunci. Pemindahan isolasi mungkin diperlukan untuk memverifikasi kondisi tangki atau isolasi itu sendiri. Pengujian non-destruktif digunakan untuk melengkapi kargo inspeksi tangki dengan memperhatikan khusus pada integritas strktur utamanya, dinding tangki dan bagian yang mempunyai tegangan tinggi, termasuk sambungan pengelasan [5]. Bagian-bagian berikut biasanya dianggap sebagai bagian dengan tegangan yang paling tinggi:

- a. Pondasi tangki kargo dan peralayan anti-rolling/anti-pitching.
- b. *Stiffener rigs*.
- c. Perbatasan sekat.

- d. *Dome* dan *sump connection* ke dinding tangki.
- e. Pondasi untuk pompa, menara, tangga dll.
- f. Pipa penghubung.

2.4 Tata Letak Tangki LNG

Material badan kapal pada daerah sekitar tangki hendaknya mempergunakan material dengan kualitas mampu menahan kondisi suhu rendah. Selanjutnya, sistem perlindungan akan kebocoran dalam dengan tingkat presisi yang tinggi juga dibutuhkan. Persyaratan yang diberikan adalah bahwa material badan kapal disekitar tangki harus mampu menahan kondisi temperatur rendah pada kondisi terjadinya kebocoran hingga 15 hari setelah kebocoran tersebut untuk pertama kali terdeteksi. Detektor kebocoran juga harus mampu mendeteksi terjadinya kebocoran saat panjang retak pada tangki mencapai panjang 20 mm. biasanya retak sepanjang itu akan mencapai 30 mm setelah 15 hari.

Bagian-bagian pada sekat kedap air antara tangki LNG yang tidak terlindungi oleh lapisan isolasi akan dilapisi oleh panel-panel *plywood* yang berfungsi sebagai *spray shields* untuk menjaga struktur material badan kapal dari pendinginan yang berlebih saat terjadi kebocoran pada tangki LNG. Ruang pada tangki LNG juga dilengkapi dengan sistem bilga yang mampu melayani sisa LNG dan air.

Ruang di dalam tangki LNG dijaga tetap *inert* saat kapal dalam kondisi operasi. Suplai nitrogen terus diberikan untuk mengisi kekosongan tangki LNG akibat transformasi LNG menjadi gas maupun karena kebocoran selama kapal beroperasi. Untuk menjamin kondisi tersebut, gas *inert* diresirkulasi melalui sebuah penukar panas yang diletakkan di geladak kapal. Penukar panas ini menggunakan media pendingin yang berasal dari BOG tangki LNG. Tangki LNG juga dilengkapi dengan *pressure relief valve*, dengan kapasitas yang mampu untuk menjaga tekanan pada tangki di bawah $0,05 \text{ kp/cm}^2$ meskipun pada saat terjadi kebocoran.

2.5 Tegangan

Permasalahan yang sering timbul pada bidang teknik (*engineering*) mengharuskan para perancang/perekayasa untuk memperhatikan dan memperhitungkan adanya tegangan-tegangan (*stress*) dan kekuatan (*stenght*) dalam suatu perencanaan elemen konstruksi. Secara umum hal ini dimulai dengan:

- Memperhatikan beban-beban (*loads*) luar yang bekerja pada suatu struktur
- Memperhatikan beban-beban luar yang bekerja pada bagian-bagian struktur
- Menentukan lokasi kritis dari struktur akibat beban yang ada, dan menghitung besar beban yang bekerja pada daerah kritis tersebut.

Tegangan adalah besarnya gaya yang bekerja pada suatu benda dengan luas penampang tertentu. Tegangan dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu tegangan normal (σ) dan tegangan geser (τ) [6]

Tegangan normal adalah besar gaya yang bekerja pada suatu penampang benda yang arahnya tegak lurus dengan penampang tersebut, sedangkan tegangan geser adalah besar gaya yang bekerja pada suatu penampang yang arahnya sejajar penampang tersebut, dan keduanya dapat dirumuskan sebagai berikut.

Besar tegangan normal:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Besar tegangan geser:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

dimana:

σ = tegangan normal (N/m²)

τ = tegangan geser (N/m²)

F = gaya (N)

A = luas permukaan (m²)

Pembebanan yang terjadi pada suatu benda dapat berupa beban tunggal saja (akibat gaya, momen, torsi) atau beban gabungan (penggabungan ketiga jenis beban akibat gaya, momen, dan torsi).

Pada umumnya, analisis tegangan yang dilakukan akibat suatu pembebanan bertujuan untuk mengetahui pada posisis mana terjadi tegangan yang paling besar (tegangan kritis), sehingga dapat dilakukan suatu hal untuk mengantisipasinya. Dalam hal ini, analisis yang dilakukan adalah terhadap suatu titik tertentu pada benda yang dianggap pada titik tersebutlah tegangan maksimum terjadi akibat pembebanan yang ada.

2.6 Regangan

Regangan didefinisikan sebagai perubahan panjang material dibagi dengan panjang awal akibat gaya tarik ataupun tekan pada material. Batasan sifat elastis perbandingan regangan dan tegangan akan linier dan akan berakhir sampai pada titik mulur. Hubungan tegangan dan regangan tidak lagi linier pada saat material mencapai batasan fase sifat plastis.

Konsep regangan (*strain*) adalah hal yang sangat penting dan mendasar bagi para perancang dalam perencanaan dan aplikasi suatu elemen konstruksi yang mengalami defleksi. Jika pada suatu elemen konstruksi diberi beban dan beban ini bekerja terus-menerus maka elemen konstruksi tersebut suatu saat akan mengalami “*yielding*” atau bahkan sampai patah (*fracture*). Karenanya kita harus mampu menghitung seberapa besar regangan yang terjadi pada suatu elemen konstruksi sehingga elemen konstruksi tersebut selalu berada pada kondisi aman [6]

2.7 Factor of Safety (FOS)

Safety factor merupakan faktor yang digunakan untuk mengevaluasi suatu elemen agar perencanaan suatu elemen tersebut terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum. Secara rumus, *safety factor* merupakan perbandingan antara

besarnya beban batas kekuatan material dengan beban yang terjadi pada desain.

Faktor keamanan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain yaitu:

- 1) Variasi sifat-sifat bahan
- 2) Pengaruh ukuran dari bahan yang diuji kekuatannya
- 3) Jenis beban
- 4) Pengaruh waktu dan lingkungan dimana peralatan tersebut dioperasikan.

Untuk menentukan *factor of safety* yaitu dengan rumusan sebagai berikut:

$$Fos = \frac{\sigma_y}{\sigma \text{ yang terjadi}} \quad (2.3)$$

Dimana:

Fos = *factor of safety*

σ_y = *yield strength* material

2.8 Software Solidworks

SolidWorks adalah sebuah program *Computer Aided Design (CAD)* 3D yang menggunakan sistem operasi *Micrisoft Windows*. Program ini dikembangkan oleh *SolidWorks Corporation*, yang merupakan anak perusahaan dari *Dassault Systemes, S.A.* *SolidWorks* merupakan program penting yang mulai banyak digunakan pada industry saat ini. Program ini relatif lebih murah dan mudah digunakan dibandingkan program-program sejenisnya.

Selain digunakan untuk menggambar komponen 3D, *SolidWorks* juga bias digunakan untuk mendapatkan gambar 2D dari komponen tersebut dan bias dikonversi ke format *.dwg yang dapat dijalankan pada program *AutoCD* [7]

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

Metodologi penelitian yang digunakan pada skripsi ini meliputi semua kegiatan yang dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan proses analisa pada permasalahan skripsi mulai dari perhitungan tebal plat tabung mini LNG, beban tabung mini LNG, dan penggambaran model tangki LNG dengan pondasi tangki sehingga dapat diketahui nilai tegangan, regangan, dan *factor of safety* pada struktur tersebut dan kemudian dapat disimpulkan apakah struktur tersebut dapat diterima atau tidak.

3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada tahapan pertama adalah melakukan identifikasi dan merumuskan permasalahan yang ada. Identifikasi permasalahan yang terjadi untuk kemudian dianalisa pada skripsi ini. Pada skripsi ini permasalahan yang diambil yaitu berapa besar tegangan yang ada pada pondasi tabung mini LNG ketika kondisi even keel, berapa besar tegangan yang terjadi ketika tabung miring pada kemiringan tertentu pada pondasi mini LNG dengan menggunakan *software Solid Works*.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap pembelajaran mengenai teori-teori dasar yang akan dibahas pada penulisan skripsi ini yang meliputi teori mengenai LNG secara umum, sifat material, sifat mekanik material, tegangan, regangan, dan *software SolidWorks* serta acuan-acuan yang mendukung dalam proses pengerjaan skripsi ini.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang data dari kapasitas tabung mini LNG yang dibutuhkan, pengukuran tebal tabung mini LNG, perhitungan beban tabung mini LNG

3.4 Rencana Desain

Pada rencana desain ini yaitu bentuk dari 3D pada tabung mini LNG dan pondasi tabung mini LNG. Pemodelan dari rencana desain ini dibuat pada *software SolidWorks*.

3.5 Pengolahan Data

Pada tahap ini merupakan inputan suatu analisa. Dalam pemodelan ini terdapat dua pemodelan, yaitu tabung mini LNG dan pondasi mini LNG. Untuk material tabung mini LNG menggunakan jenis *aluminium alloy 5083-O* dan pada pondasi menggunakan jenis material *manganese carbon steel (AISI 1340)*

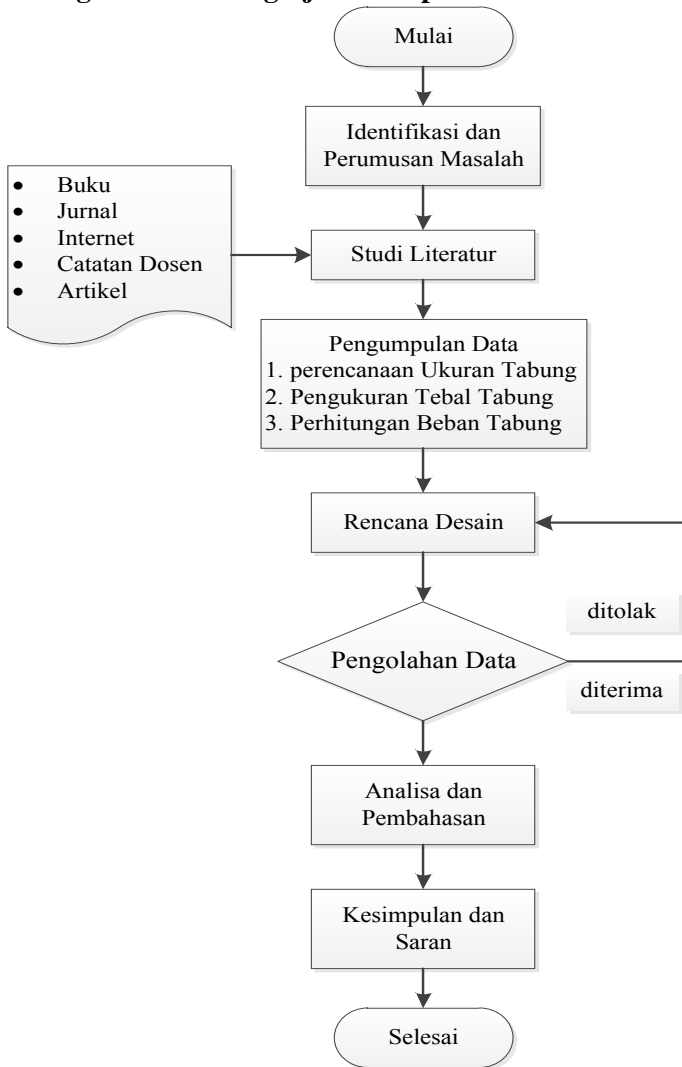
3.6 Analisa dan Pembahasan

Dari hasil pembuatan model yang sudah sket maka dilakukan *running* untuk mencari dari pada mekanika yang berkerja pada model yang telah di desain yaitu nilai: tegangan, regangan, *displacement* dan *factor of safety*.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir ini akan dilakukan kesimpulan dari keseluruhan proses yang telah dilakukan sebelumnya, yang menjadi pokok permasalahan.

3.8 Diagram Alur Pengerjaan Skripsi



Gambar 3.1 Gambaran Umum Keseluruhan Proses Pengerjaan Skripsi

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Terminal Bontang (Badak), telah dirancang untuk melayani kapal-kapal LNG berkapasitas 135.000 m³, 125.000 m³, dan 20.000 m³. Seperti yang telah diketahui bahwa Jepang melakukan kerjasama dengan PT PGN (Perusahaan Gas Negara) mempunyai rencana (diharapkan mulai 2010) untuk berpartisipasi dalam pendistribusian LNG di Indonesia dengan menggunakan Tanker LNG kecil berkapasitas 10.000 m³ dari Bontang menuju ke Makassar (dengan jarak 800 km). Kebutuhan gas alam pada saat ini di Makassar adalah sekitar 50 MMSCFD atau sekitar 2100 m³ LNG. Harga kapal LNG ini sekitar US\$60 juta. Pengangkutan gas alam dengan pipa tidak dapat dilakukan pada jalur ini karena masalah kedalaman perairan di Selat Makassar yang lebih dari 100 m.

Menurut class DNV tekanan uap desain minimum memastikan bahwa stress dinamis cukup rendah sehingga cacat permukaan awal tidak akan merambat melalui ketebalan kulit dan menyebabkan kebocoran selama masa tangki. Dipilihnya kapal LNG jenis ini dikarenakan:

- a. Material tangki LNG (-163 ° C)
9% Ni-baja, Stainless steel 304L (SS AISI 304), (Aluminium)
- b. Tidak ada masalah sloshing
- c. Tangki dapat dibuat di luar galangan kapal
- d. Volume mencapai 15.000 m³ per tangki individual
- e. Delivery pressure: 4-5 bar

4.1 Perancangan Ukuran Tabung Mini LNG

Untuk mengetahui berat jenis LNG yang dimuat, maka perahitungan berat jenis LNG dihitung dari berat jenis komponen-komponen yang ada pada LNG. Prediksi berat jenis dari komponen LNG adalah 420 kg/m³ dengan suhu -163°C dan tekanan pada tekanan atmosfer yaitu 1 atm atau 0,1 MPa.

LNG ini dioperasikan pada suhu $-163^{\circ}\text{C} = 110,15 \text{ K}$ dengan tekanan 1 atm. Volume LNG yang rencanakan pada desain ini adalah 10.000 m^3 .

Dengan menggunakan bantuan dari pendekatan software solver, sesuai jumlah kapasitas LNG 10.000 m^3 serta data *barge* yang ada maka didapatkan ukuran panjang tangki 46 m dan jari-jari silinder 6 m untuk setiap tangki dengan kapasitas 5000 m^3 .

4.2 Pengukuran Tebal Tabung Mini LNG

Untuk mendesain tabung mini LNG *independent type C* ini diperlukan perhitungan untuk menentukan tebal plat tabung tersebut. Menurut DNV untuk perhitungan tebal tangki muatan LNG *independent type C* ini adalah:

$$t = \frac{p \cdot R_i}{10 \cdot \sigma_t \cdot e - 0,5 p} + c$$

Dimana:

- R_i = jari-jari dalam tabung (mm)
- p = desain tekanan (N/mm^2)
- σ_t = nominal design stress (N/mm^2)
- e = faktor efisiensi sambungan, diambil sebesar 1,0 untuk independen kapal tangki jenis C

- *Internal Vapour Pressure*

Berdasarkan *IGC Code*, tekanan uap desain ditentukan dengan rumus:

$$p_o = 2 + A \cdot C^{1,5}$$

$$A = 0,0185 \left(\frac{\sigma_m}{\sigma_a} \right)^2$$

Dimana:

- σ_m = desain tegangan membran utama, dapat diambil sebagai σ_t (N/mm^2)
- σ_a = tegangan membrane dinamis yang diijinkan = 15 N/mm^2 untuk aluminium alloy (5083-0)

C = karakteristik dimensi tangki, diambil yang terbesar dari 0,75b atau 0,45l (m)
 = kepadatan relative kargo pada suhu acuan ($\gamma = 1$ untuk air tawar dari 4^0C)

$$\sigma_t \leq f$$

$$f = \text{yang paling kecil dari } \frac{\sigma_B}{A} \text{ atau } \frac{\sigma_F}{B}$$

Dimana:

σ_B = kekuatan minimum yang ditetapkan pada suhu kamar (N/mm^2)

σ_F = tegangan luluh minimum yang ditetapkan pada suhu kamar (N/mm^2)

untuk aluminium alloys untuk $A = 4$ dan $B = 1,5$

Maka nilai

$$f = \frac{290}{4} = 72,5 \text{ N/mm}^2$$

atau

$$f = \frac{145}{1,5} = 96,7 \text{ N/mm}^2$$

Jadi nilai tegangan yang di iijinkan (σ_t) = f yang diambil adalah $72,5 \text{ N/mm}^2$ dan nilai A adalah 0,159

Dengan panjang tangki sebesar 46 m maka nilai $C = 20,643 \text{ m}$.

Sehingga didapatkan nilai p_o adalah 2,82 bar

- Tebal tangki

Sesuai dengan data-data yang sudah di dapat diatas dengan nilai jari-jari dalam ($R_i = 6 \text{ m}$) maka dapat diketahui tebal tangki adalah 35,7 mm.

Setelah data-data dari hasil perhitungan di atas maka dapat diringkas menjadi:

Kapasitas setiap tangki $= 5000 \text{ m}^3$

Panjang tangki	= 46 m
Diameter dalam tangki	= 12 m
Tebal tangki	= 35,7 mm

4.3 Beban Tabung Mini LNG

Untuk menentukan besar beban yang di terima oleh pondasi, maka berat tangki ditambah dengan berat muatan.

$$\begin{aligned}
 \text{Luas 1 tangki} &= 2 \pi r t + \frac{1}{2} \pi r^2 \\
 &= 2 \times \pi \times 6 + \frac{1}{2} \times \pi \times 6^2 \\
 &= 1792,71 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Berat kulit tangki	= luas tangki x density aluminium x tebal kulit
	= 1792,71 x 2,65 x 0,1
	= 475,1 kg

Berat total 2 tangki	= 475,1 x 2
	= 950,1 kg
	= 0,95 ton

Berat muatan	= jumlah volume muatan x density LNG
	= 10000 x 420
	= 4200000 kg
	= 420 ton

Berat muatan total	= berat total 2 tangki + berat muatan
	= 0,95 + 420
	= 420,95 ton
	= 420950,14 kg

4.4 Pembuatan Model

Pembuatan model dilakukan dengan *software solidworks* yang akan membantu dalam menyelesaikan desain ini. Ada

beberapa model yang harus di desain dalam menyelesaikan permasalahan ini, yaitu: tabung mini LNG, *sliding saddle* dan *bracket* pondasi.

4.4.1 Model Tabung Mini LNG

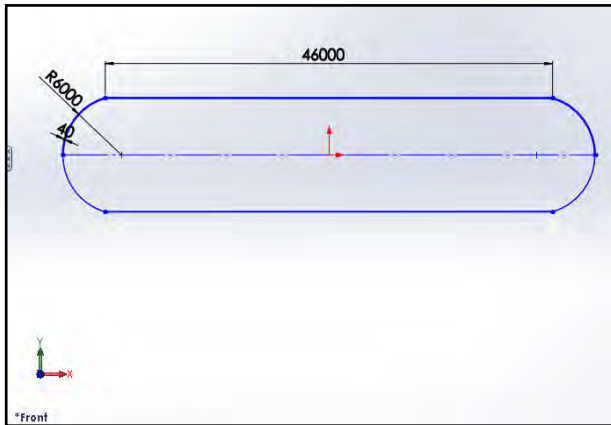
Model yang pertama adalah dengan membuat model tabung mini LNG seperti pada Gambar 4.1. Pada perencanaan tangki LNG ini disesuaikan dengan kebutuhan awal yaitu 10000 m³. Dengan mendesain tabung mini LNG ini sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan maka dapat ditentukan besar beban yang di bawa oleh tabung mini LNG ini sesuai dengan perhitungan diatas. Ukuran tangki yang di desain adalah dengan panjang tangki 46 m dan diameter dalam tangki 12 m. Tebal plat sesuai dengan perhitungan sebesar 35,8 mm.

Desain tabung mini LNG yang akan dibuat dengan menggunakan bantuan *software solidworks* yang telah disesuaikan dengan ukuran tabung yang sesuai dengan kebutuhan kapasitas LNG. Sket tabung mini LNG ditunjukkan pada Sket Tabung Mini LNG Gambar 4.2 dan desain tabung mini LNG yang telah di desain ditunjukkan pada Gambar 4.3.

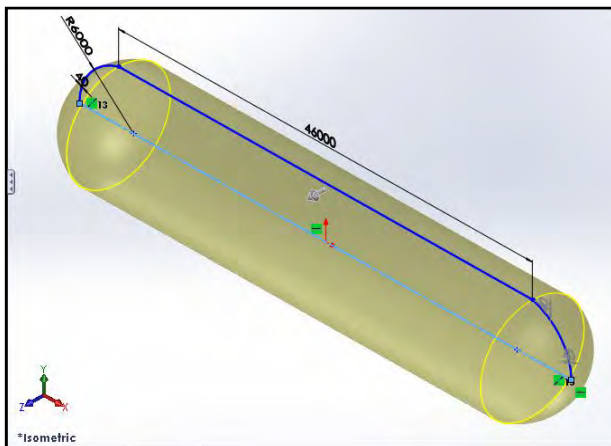


Gambar 4.1 Tabung Mini LNG

Pada Gambar 4.1 telah nampak bahwa ada dua bagian yang akan menumpu pada pondasi tabung mini LNG. Tabung mini LNG tersebut harus sesuai dan presisi pada pondasinya.



Gambar 4.2 Sket Tabung Mini LNG



Gambar 4.3 Desain Dimensi Tabung Mini LNG

Ukuran tabung mini LNG yang akan di desain disesuaikan dengan kapasitas yang dibutuhkan dalam perencanaan awal.

4.4.2 Model pada Sliding Saddle

Desain yang kedua adalah membuat model pondasi. Dalam pembuatan desain pondasi ini terdapat dua jenis model, yaitu model profil pada *sliding saddle* dan *bracket* yang menopang agar *sliding saddle* bisa lebih kuat.

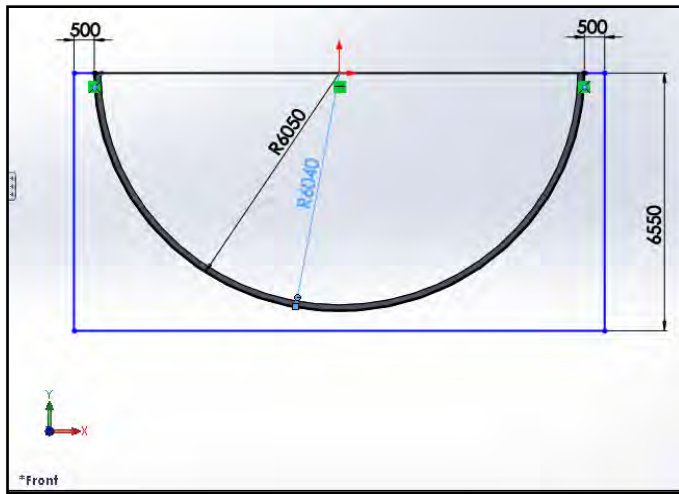
Sliding saddle merupakan tempat dimana tabung mini LNG yang akan di tempatkan pada tengah dari bagian sliding saddle. Model pondasi yang akan dibuat seperti pada Gambar 2.1. Pada Gambar 4.4 menunjukkan struktur pondasi tabung mini LNG pada suatu kapal. Pada pondasi tersebut terdapat dua penumpu untuk setiap tabung LNG yang akan di tempatkan seperti yang tampak pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.4



Gambar 4.4 Struktur Pondasi Tabung Mini LNG

Pada tahap awal pembuatan model, dapat diketahui bahwa penggunaan sliding saddle tabung tipe *cylindrical* ini

menggunakan jenis profil T. Pembuatan model *sliding saddle* ini dengan cara mensket terlebih dahulu seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Sketch Sliding Saddle*

Pembuatan *sketch sliding saddle* seperti pada Gambar 4.5 menggunakan bantuan software *solidworks*, maka dengan mendesain ukuran lebar *sliding saddle* $P = 12.231,6$ mm. Menurut IACCS GC 8 Penguat cincin pada tabung harus dianggap sebagai balok melingkar yang dibentuk oleh *web*, *face plate*, *doubler plate*, jika ada, dan *shell plating*. Terkait lebar efektif dari plat harus diambil sebagai lebar efektif (mm) tidak lebih besar dari $0,78 \sqrt{rt}$

dimana:

r = radius *cilindrical shell* (mm)

t = ketebalan *shell* (mm)

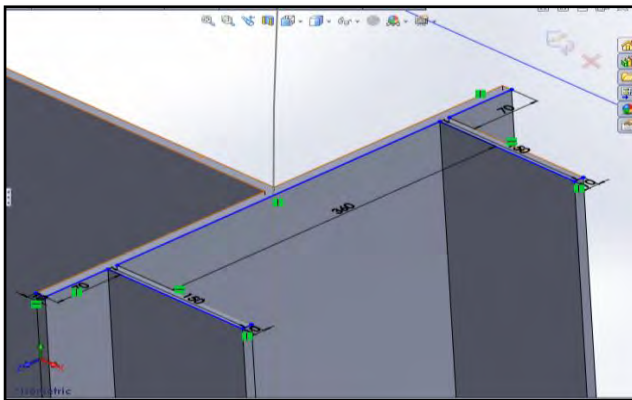
maka

$$\begin{aligned}
 \text{lebar efektif} &= 0,78 \sqrt{(rt)} \\
 &= 0,78 \sqrt{(6000 \times 35,8)} \\
 &= 361,6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

L = 360 mm x t = 10 mm dengan 2 profil T masing-masing berukuran P = 80 mm x t = 10 mm seperti yang tertera pada gambar Gambar 4.6. Dengan mengacu pada ayat 4.5.1 dari IGC-Code, plat untuk *supporting tank independent type-C* yang terbuat dari *carbon manganese steel*.

Profil T yang terlihat pada Gambar 4.6 akan di teruskan sepanjang diameter dari tabung mini LNG yang telah di desain dan menyesuaikan dengan bentuk tabung.

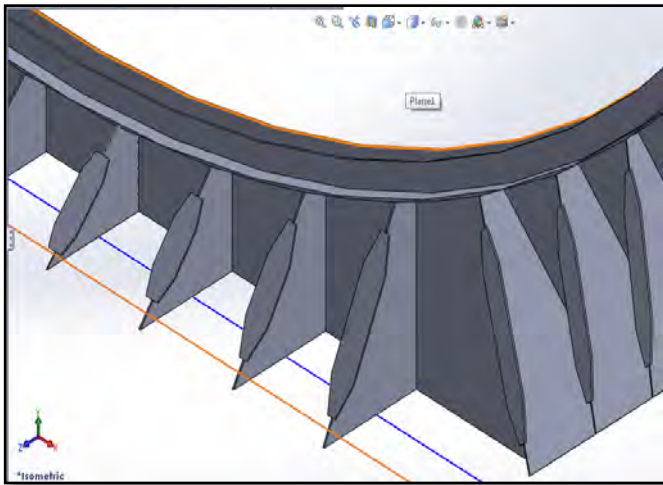
Support yang di desain harus dapat menahan kekuatan benturan yang bekerja pada tangki yang sesuai dengan berat tangki tanpa adanya deformasi dan membahayakan bagi tangki. Desain *support* ini tidak boleh melebihi dari tegangan yang di iijinkan pada pembahasan sebelumnya yaitu 72,5 N/mm².



Gambar 4.6 Dimensi *Sliding Saddle*

4.4.3 *Bracket Pondasi*

Tahap selanjutnya yaitu membuat model *bracket*. Pada *bracket* ini setiap *bracket* mempunyai ukuran yang berbeda-beda karena model *bracket* menyesuaikan dengan bentuk kapal. Rencana model desain untuk *bracket* pondasi tabung mini LNG seperti tampak pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Model *Bracket* Pondasi

4.5 Proses Analisa

Proses analisa merupakan suatu proses dimana pada permasalahan yang terjadi akan dibahas pada sub bab ini. Dalam skripsi ini permasalahan yang terjadi adalah bagaimana kekuatan pondasi tabung mini LNG ketika kapal pada kondisi *even keel* dengan kapal kondisi miring sesuai dengan standard maksimum kemiringan kapal.

Pembebanan yang terjadi pada tabung mini LNG merupakan pembebanan statis sesuai dengan batasan masalah yang nantinya akan di bahas pada bab ini.

4.5.1 Penyederhanaan Model

Penyederhanaan model merupakan tahap dimana tabung mini LNG yang di desain akan di gabungkan dengan pondasi yang telah di desain. Penyederhanaan model ini tangki LNG tidak di las dengan pondasinya melainkan di tempatkan pada bagian *sliding saddle*.

4.5.2 Simulasi

Simulasi yang dilakukan pada percobaan ini ada dua, yaitu analisa tabung mini LNG dan analisa pondasi mini LNG. Pada proses simulasi kondisi beban yang di berikan oleh tabung dalam keadaan statis.

4.5.2.1 Tipe Simulasi

Proses simulasi yang dilakukan analisa tabung mini LNG menggunakan tipe *thermal* yang ada pada software *solidwork*. Analisa *thermal* merupakan analisa untuk mengetahui distribusi temperatur pada sebuah benda. Dalam percobaan ini tabung mini LNG yang di desain bekerja pada temperatur rendah yaitu -163°C . Distribusi temperatur yang tidak merata pada tabung mini LNG ini dapat menyebabkan defleksi dan tekanan pada bagian tersebut. Beban yang diterima pada tabung mini LNG ini dikarenakan adanya suhu yang disebut dengan *thermal loads*.

Proses simulasi yang dilakukan pada analisa pondasi ini menggunakan beban stasis dimana beban statis didapat dari berat tangki dan volume LNG. Analisa simulasi statis yang digunakan untuk mengetahui *stress*, *strain*, *displacement* dan *factor of safety*.

4.5.2.2 Pemilihan Material

Tahap simulasi selanjutnya dengan memilih material yang akan digunakan dalam proses *running*. Material yang digunakan pada tabung mini LNG dimana untuk dalam hal ini material yang digunakan adalah aluminium alloy 5083-O yang bersifat *cryogenic* dan material tersebut mempunyai *mechanical properties* sesuai dengan Tabel 4.1.

Tabel 4.1 *Mechanical Properties* Aluminium Alloy 5083-O

Material Aluminium Alloy 5083-O		
<i>Property</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
<i>Elastic Modulus in X</i>	71000	N/mm ²
<i>Poisson's Ratio</i>	0,33	N/A
<i>Shear Modulus</i>	26400	N/mm ²
<i>Mass Density</i>	2660	kg/m ³
<i>Tensile Strength</i>	290	N/mm ²
<i>Compressive Strength</i>	269	N/mm ²
<i>Yield Strength</i>	145	N/mm ²
<i>Thermal Expansion</i>	0,000025	/K
<i>Thermal Conductivity</i>	117	W/(mK)
<i>Specific Heat</i>	900	J/(kgK)

Material yang digunakan pada perencanaan pondasi mini LNG yang sesuai dengan ayat 4.5.1 dari IGC-Code, plat untuk *supporting tank independent type-C* terbuat dari bahan *carbon manganese steel*. Material tersebut mempunyai *mechanical properties* sesuai pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 *Mechanical Properties* Carbon Manganese Steel

Material Carbon Manganese Steel (AISI 1340)		
<i>Property</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
<i>Elastic Modulus in X</i>	210000	N/mm ²
<i>Poisson's Ratio</i>	0,3	N/A
<i>Shear Modulus</i>	80000	N/mm ²
<i>Mass Density</i>	7870	kg/m ³
<i>Tensile Strength</i>	703	N/mm ²
<i>Tyield Strength</i>	434	N/mm ²

Material Carbon Manganese Steel (AISI 1340)		
<i>Property</i>	<i>Value</i>	<i>Units</i>
<i>Thermal Expansion</i>	0,00001152	/K
<i>Thermal Conductivity</i>	51,9	W/(mK)
<i>Specific Heat</i>	472	J/(kgK)

4.5.2.3 *Fixed Geometry*

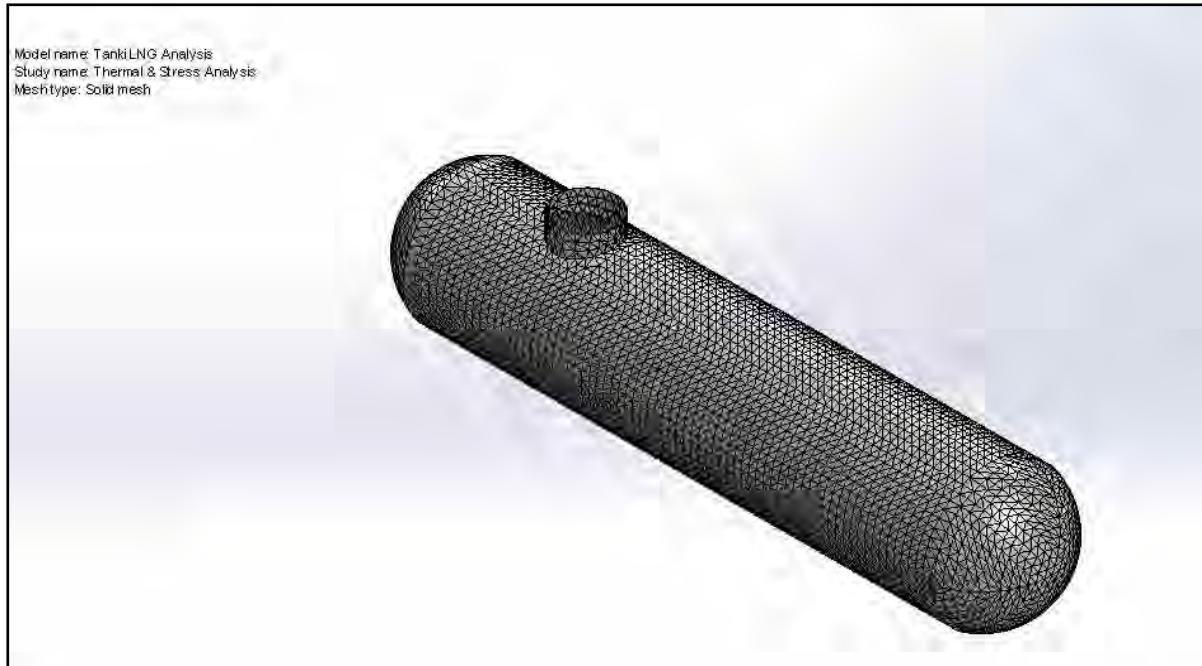
Fixed geometry atau yang biasa disebut dengan tumpuan mati merupakan bagian yang menjadi diam dan menjadi letak tumpuan beban. Pada desain pondasi ini, letak tumpuan terdapat pada semua *face* bagian bawah dari pondasi.

4.5.2.4 *External Load*

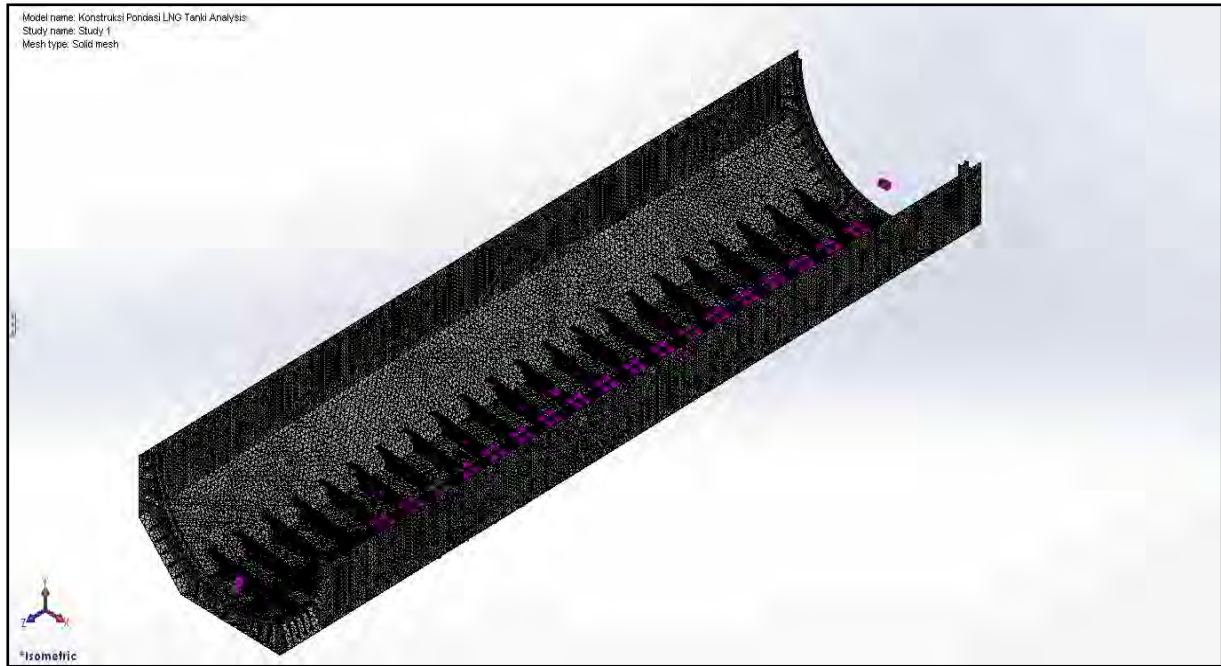
External load merupakan inputan data yang akan digunakan pada proses simulasi. Inputan data dapat berupa *pressure*, *force*, *torsi*, *grafity*, dan lain-lain. Simulasi yang dikakukan pada proses ini menggunakan *external load* berupa *force* pada pondasi. Pondasi mini LNG ini menerima beban sebesar 429,5 ton.

4.5.2.5 *Meshing*

Proses *meshing* merupakan suatu proses untuk membagi keseluruhan sistem kedalam elemen-elemen kecil yang seragam dengan tujuan agar analisa akan semakin detail pada setiap titik dalam keseluruhan sistem tersebut. *Meshing* dalam pemodelan ini sangat penting untuk diperhatikan. Ketidaksesuaian *meshing* bisa jadi model yang telah didesain tidak dapat dijalankan dan hasil analisa menjadi tidak valid. Pada software solidworks, proses mesing tabung mini LNG dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Proses *Meshing* pada Tabung



Gambar 4.9 Proses *Meshing* pada Pondasi

4.6 Proses Analisa Beban Statis

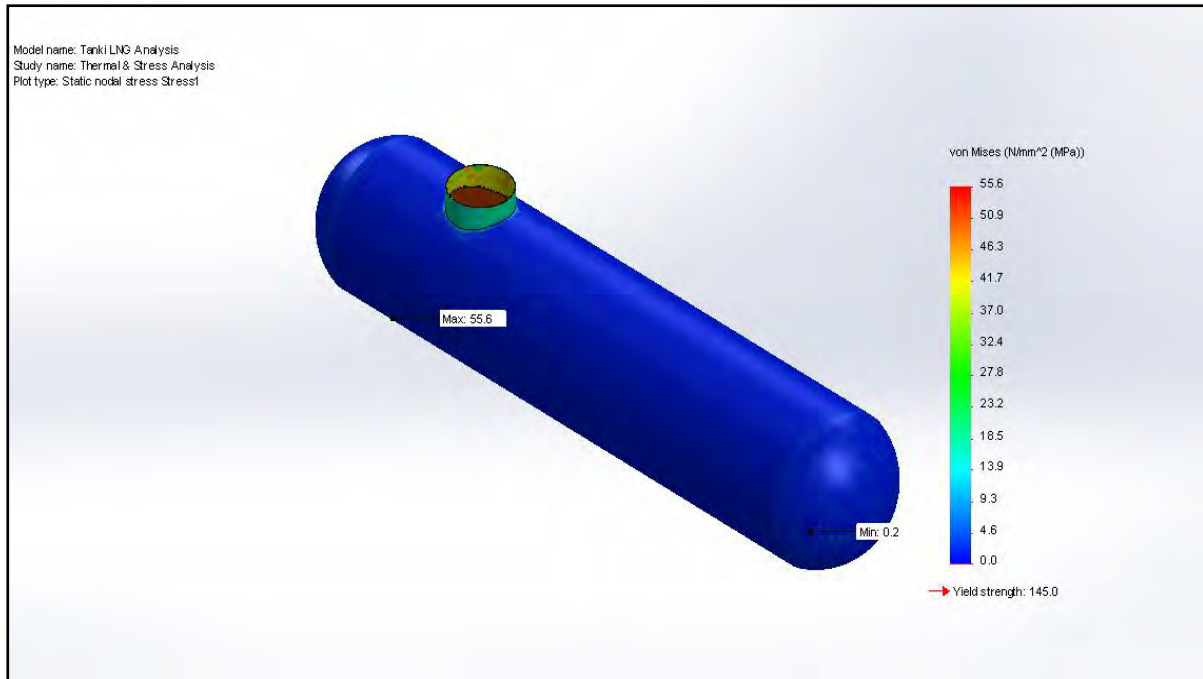
Proses analisa yang dilakukan pada pondasi ini merupakan analisa beban statis yang merupakan jenis pembebanan yang bersifat tetap, dalam hal ini adalah pembebanan yang diberikan oleh berat total tabung mini LNG.

4.6.1 Tegangan (*Stress*)

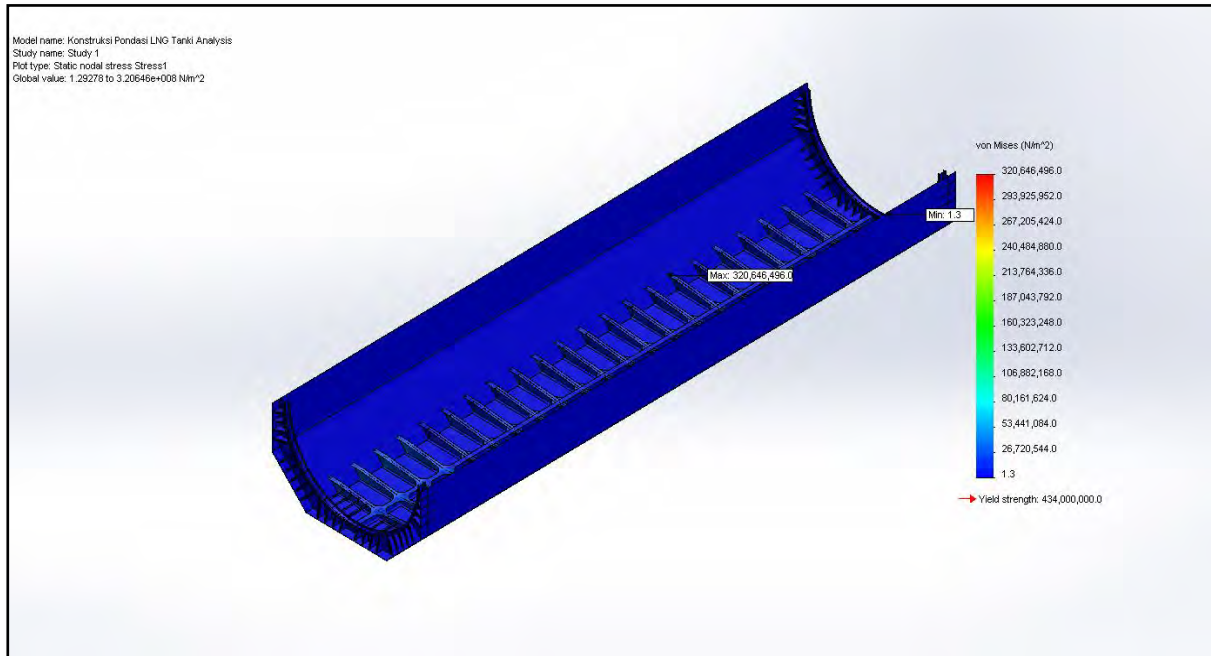
Tegangan merupakan kumpulan dari gaya (*force*) pada suatu permukaan benda. Semakin sempit permukaan, dan gaya tetap, maka permukaan tegangan semakin besar. Tegangan menunjukkan area tegangan material maksimal dan minimum yang diterima *part* dari beban yang diberikan.

Tegangan tabung terbesar ditunjukkan pada gradiasi warna paling merah, sedangkan tegangan tabung terkecil ditunjukkan pada gradiasi warna paling biru. Area dengan tegangan sedang adalah area dengan gradiasi warna kuning-hijau-biru muda. Tegangan tabung maximal menunjukkan nilai $55,6 \text{ N/mm}^2$ berada di dalam tabung dan tegangan minimum menunjukkan nilai $0,2 \text{ N/mm}^2$.

Pada pondasi yang telah di desain, tegangan terbesar menunjukkan nilai $3,20646 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ terjadi pada bagian bawah tempat tabung di dudukkan. Sedangkan tegangan terkecil menunjukkan nilai $1,29278 \text{ N/m}^2$ tabung terjadi pada bagian atas konstruksi.



Gambar 4.10 Hasil Tegangan pada Tabung (*Stress*) Maksimal dan Minimal



Gambar 4.11 Hasil Tegangan pada Pondasi (*Stress*) Maksimal dan Minimal

4.6.2 Perubahan Bentuk (*Displacement*)

Perubahan bentuk merupakan perubahan bentuk yang terkena gaya. Dalam hal ini adalah melengkung (*deformasi*). Bagian yang paling melengkung (*deformasi*) dari desain ini adalah daerah *head* dari tabung yang degradasi warna merah dengan nilai 6,159 mm, dan pada bagian yang tidak mengalami deformasi adalah bagian yang berdegradasi warna biru. Perubahan bentuk pada tabung (*displacement*) ditunjukkan pada Gambar 4.12. Sedangkan pada pondasi tabung, perubahan bentuk (*displacement*) pada Gambar 4.13 menunjukkan nilai 1,831 mm.

4.6.3 *Strain* (Laju Perubahan *Displacement*)

Dapat dilihat, *strain* terbesar terjadi di sekitar sumber panas, yang kemudian menyebar ke tempat sisi benda. Kontur *strain* yg ditunjukkan pada *SolidWorks simulation* di bawah terlihat tidak *smooth*, dan ada sedikit ketidak simetrisan pada nilai *strain*nya yaitu degradasi warna biru dan biru muda. Hal ini disebabkan bentuk *meshing* yang memang masih *coarse*/kasar.

Strain maximal pada tabung ditunjukkan pada degradasi warna biru tua menunjukkan nilai $6,164 \times 10^{-3}$, sedangkan *strain minimal* pada tabung ditunjukkan pada degradasi warna biru muda menunjukkan nilai $1,356 \times 10^{-4}$. *Strain maximal* dan *minimal* ditunjukkan pada Gambar 4.14. Sedangkan *strain maximal* pada pondasi menunjukkan nilai $1,611 \times 10^{-12}$ dan *strain minimal* pada pondasi menunjukkan nilai $8,469 \times 10^{-4}$. *Strain* pondasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.15.

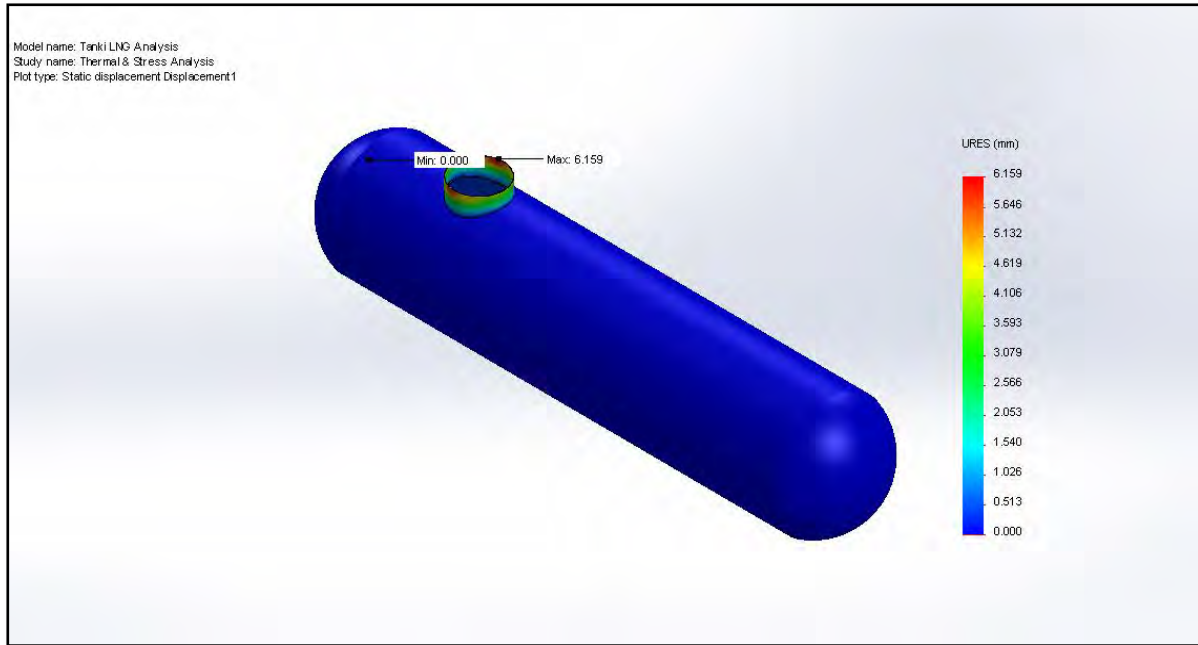
4.6.4 Faktor Keamanan (*Safety of Factor*)

Faktor keamanan merupakan patokan yang paling utama yang digunakan dalam menentukan kualitas dari suatu desain. Acuanannya adalah jika nilai FOS minimal kurang dari 1 maka desain tersebut kualitasnya jelek dan tidak layak untuk di gunakan dan cenderung membahayakan.sebaliknya jika nilai FOS lebih dari 1 dan biasanya antara 1-3 maka desain tersebut berkualitas baik, aman dan layak untuk digunakan. Faktor keamanan juga

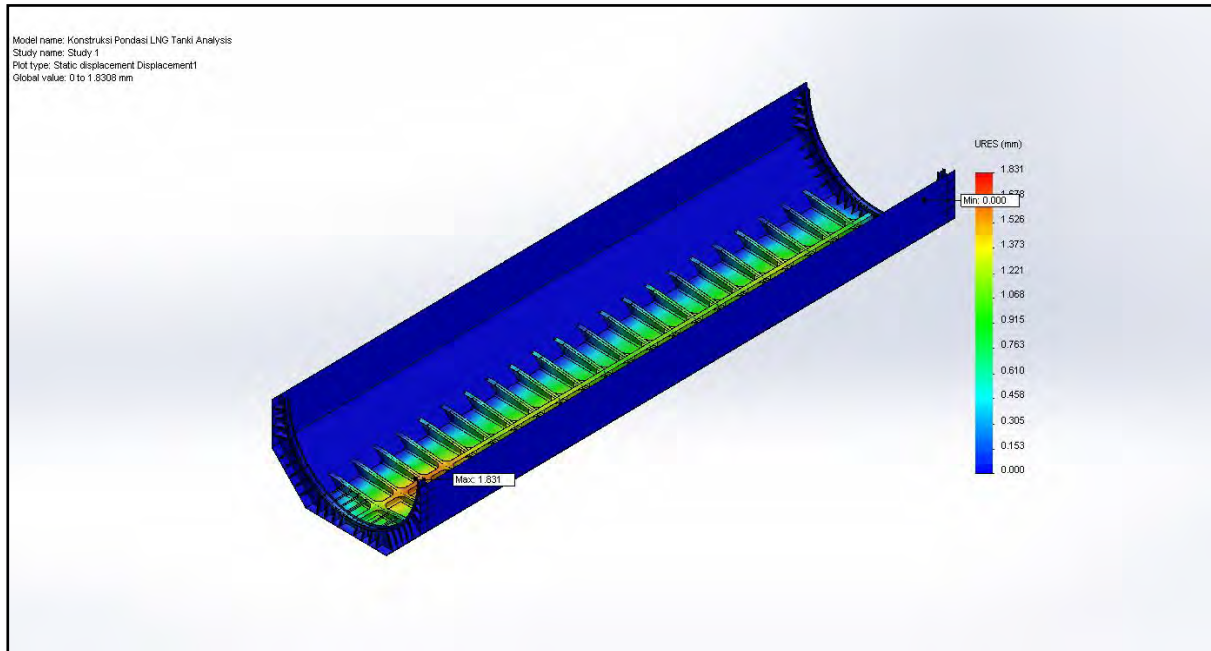
menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan untuk menerima beban dari luar dalam hal ini adalah beban tekan.

Jika nilai FOS minimal mencapai 3 digit atau lebih, maka desain tersebut aman, berkualitas baik namun harganya sangat mahal dan cenderung mempunyai berat yang besar.

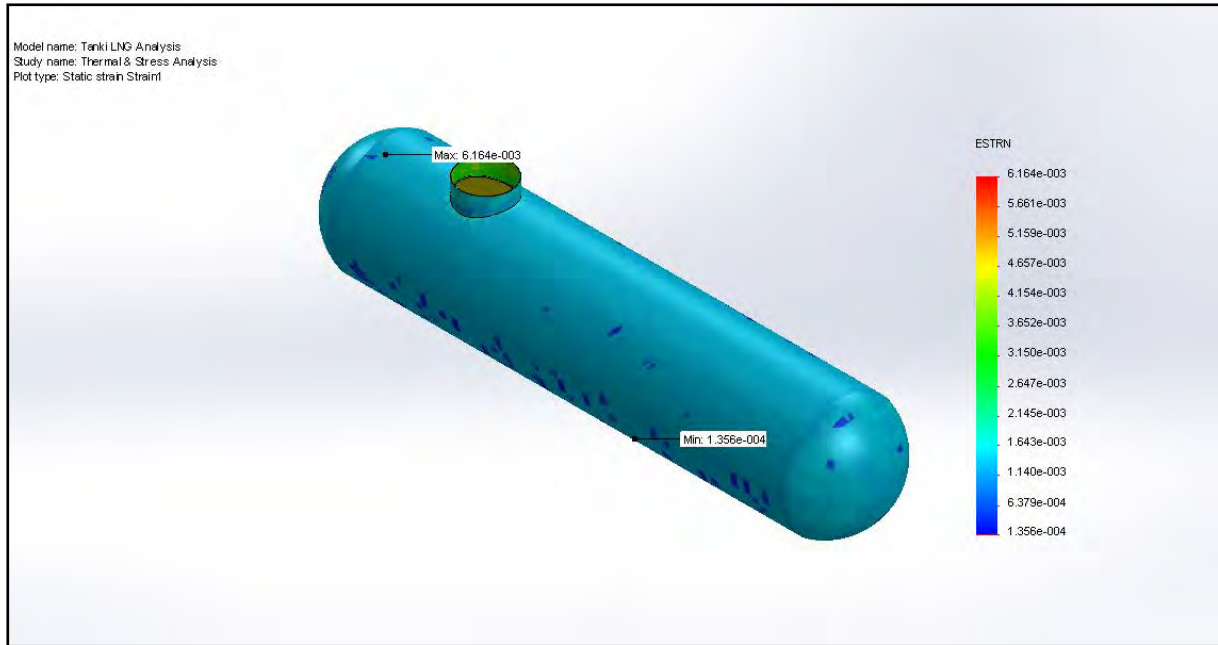
Kebanyakan dari *pressure vessels* mempunyai *factor of safety* 2 [8]. Pada analisa tabung mini LNG ini didapatkan nilai faktor keselamatan sebesar 2,6 yang ditunjukkan pada Gambar 4.16 dan faktor keselamatan untuk pondasi menunjukkan nilai 1,4 yang ditunjukkan pada Gambar 4.17.



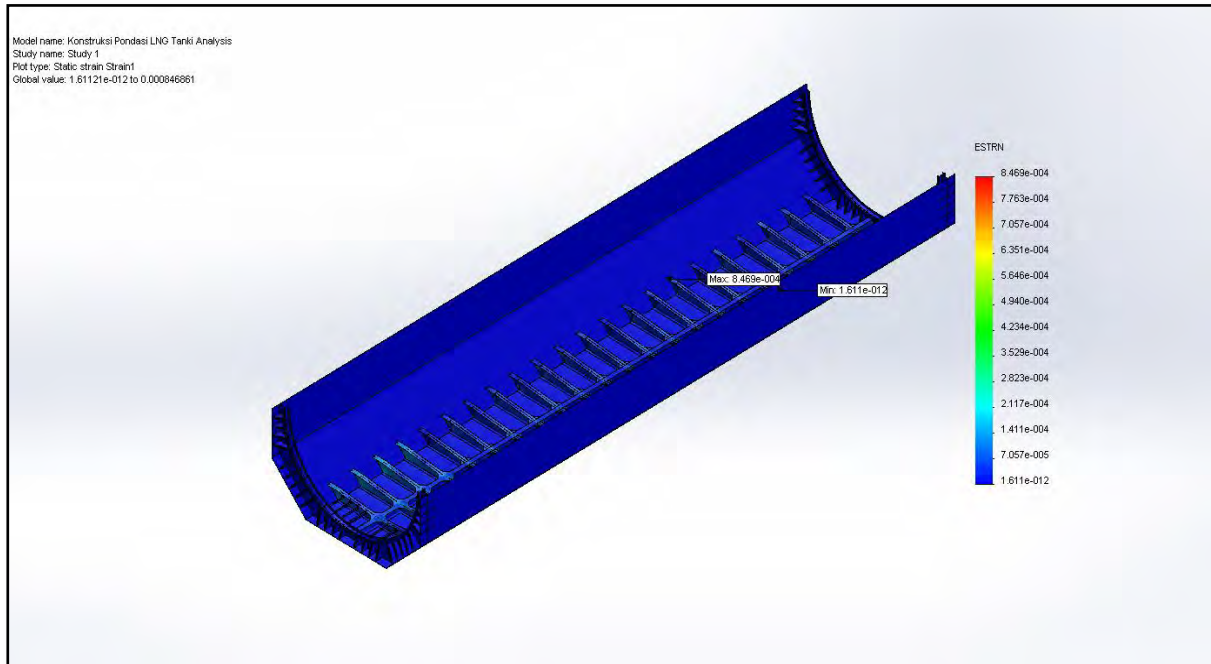
Gambar 4.12 Hasil Perubahan Bentuk pada Tabung (*Displacement*)



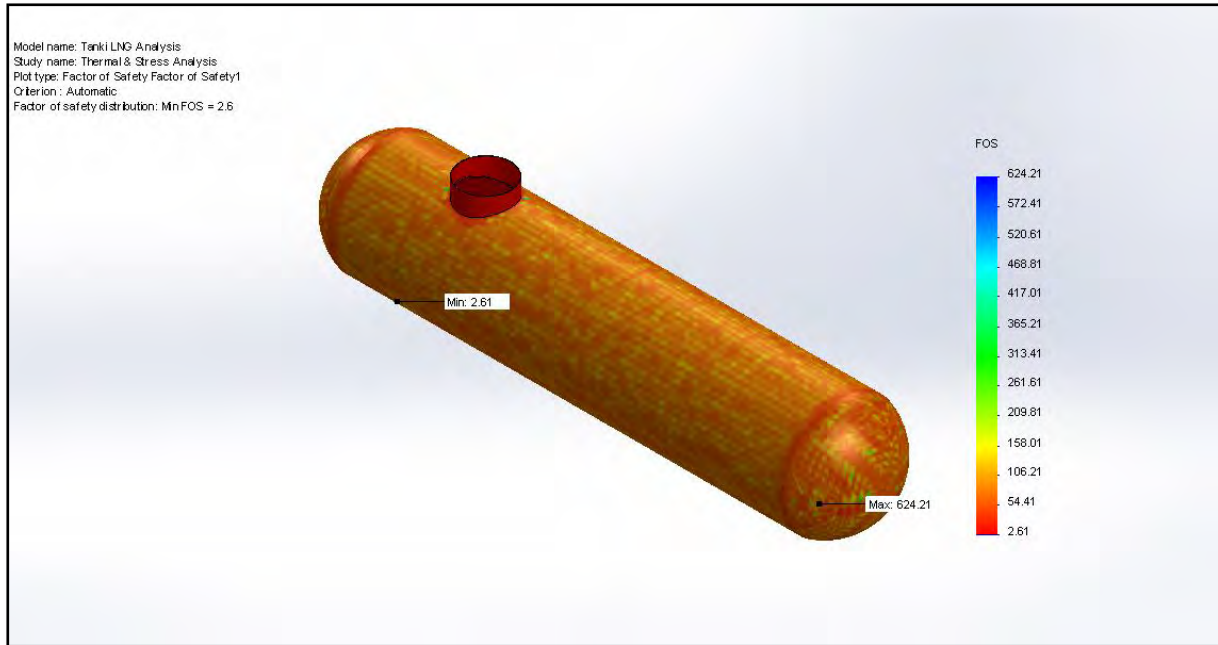
Gambar 4.13 Hasil Perubahan Bentuk pada Pondasi (*Displacement*)



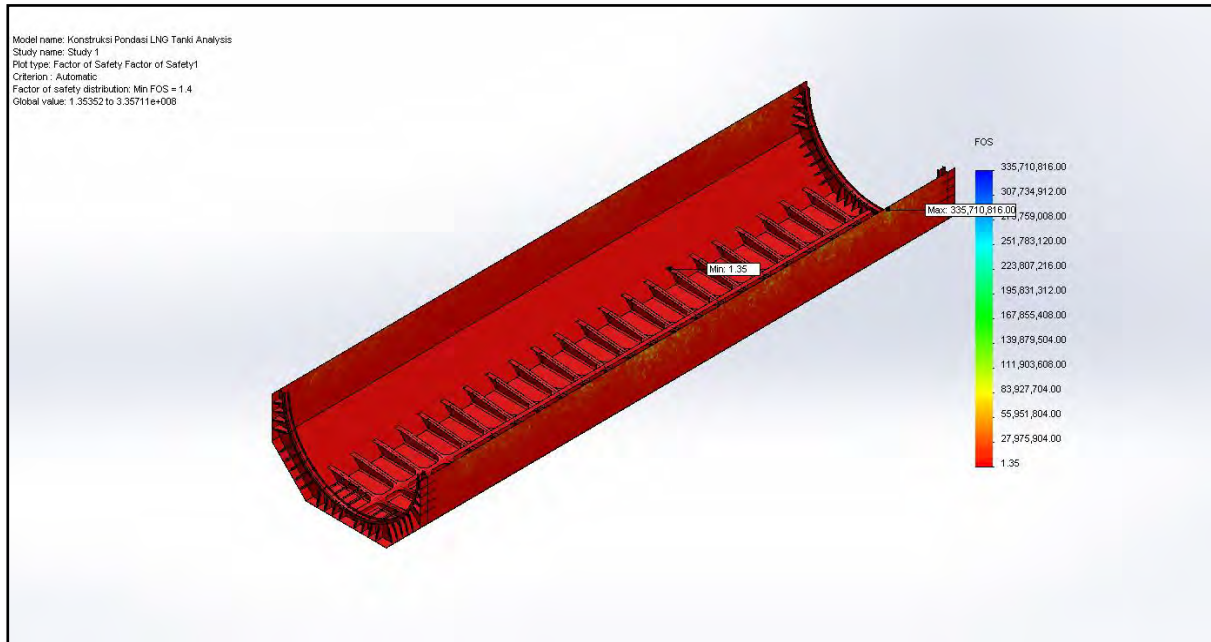
Gambar 4.14 Hasil *Strain* pada Tabung (Laju Perubahan *Displacement*)



Gambar 4.15 Hasil *Strain* pada Pondasi (Laju Perubahan *Displacement*)



Gambar 4.16 Hasil *Factor of Safety* pada Tabung (Faktor Keamanan)



Gambar 4.17 Hasil *Factor of Safety* pada Pondasi (Faktor Keamanan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan yang dapat diambil dari analisa dan pembahasan yang telah di jelaskan sebagai jawaban dari rumusan masalah yang dikemukakan. Selain itu juga disampaikan saran yang untuk penyempurnaan skripsi ini.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa:

1. Analisa pada tabung mini LNG:
Pada saat melakukan proses running, tebal plat tangki yang di gunakan adalah 100 mm karena ketika menggunakan plat dengan tebal 40 mm masih belum memenuhi kriteria *factor of safety* dari standard yang sudah ada. Kesimpulan untuk simulasi tabung adalah:
 - a. Tegangan maksimal yang terjadi pada tabung mini LNG *independent type C* sebesar : 55,6 N/mm².
 - b. Tegangan minimal yang terjadi pada tabung mini LNG *independent type C* sebesar : 0,2 N/mm²
 - c. Perubahan bentuk (*displacement*) yang terjadi pada tabung mini LNG *independent type C* sebesar :6,159 mm
 - d. Faktor keamanan (*factor of safety*) yang terjadi pada tabung mini LNG *independent type C* sebesar: 2,6
 - e. Laju perubahan *displacement (strain)* yang terjadi pada tabung mini LNG *independent type c* sebesar $6,164 \times 10^{-3}$
2. Analisa pada pondasi mini LNG:
 - a. Tegangan maksimal yang terjadi pada pondasi tabung mini LNG *independent type C* sebesar : $3,20646 \times 10^8$ N/m².
 - b. Tegangan minimal yang terjadi pada ponadasi tabung mini LNG *independent type C* sebesar : 1,29278 N/m².

- c. Perubahan bentuk (*displacement*) yang terjadi pada pondasi tabung mini LNG *independent type C* sebesar : 1,831 mm.
- d. Faktor keamanan (*factor of safety*) yang terjadi pada pondasi tabung mini LNG *independent type C* sebesar: 1,4.
- e. Laju perubahan *displacement (strain)* yang terjadi pada pondasitabung mini LNG *independent type c* sebesar $1,611 \times 10^{-12}$.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan dalam penyempurnaan skripsi ini diantaranya:

1. Dalam penyelesaian skripsi ini, mengabaikan adanya beban dinamis. Sehingga untuk penyempurnaan skripsi ini untuk kedepannya dapat ditambahkan dengan pemberian beban dinamis yang diterima oleh tabung mini Mini LNG.
2. Untuk pengembangan analisa pada aplikasi perkapalan perlu dilakukan pemodelan dengan lengkap sepanjang kapal sehingga mendapatkan hasil yang lebih akurat.



Aluminium Alloy

Data Sheet

5083

Alloy 5083 is a non-heat-treatable 4½% magnesium, 0.15% chromium, 0.7% manganese alloy commonly available in flat rolled plate from a range of producing mills. Like all the 5000-series high magnesium alloys 5083 achieves a high strength by cold working, enabling a series of “H” tempers; 5083 is the highest strength of any of these alloys.

Alloy 5083 is best known as a plate for ship building.

The alloy is also produced as extruded seamless tube and other extrusions and as forgings; these are available on indent from Atlas.

Corrosion Resistance

Excellent in a wide range of atmospheric environments, in food processing and architectural applications. The principal application for 5083 is marine environments. The magnesium content is more than 3½% Mg, so this alloy can be susceptible to stress corrosion cracking, which limits its application temperature to below 65°C and also limits the amount of cold work to ¼ Hard.

Special intergranular corrosion and exfoliation corrosion tests are carried out to certify 5083 for marine applications – refer to the later section on B928 and classification society rules.

Heat Treatment

Alloy 5083 is not hardenable by heat treatment. It can be significantly hardened by cold work (eg by cold rolling) and various “H” tempers are produced – most commonly H32 (¼ Hard) or the similar strength marine tempers H116 and H321 – as well as the soft annealed Temper O condition.

The alloy spontaneously age-softens at room temperature immediately after cold work but will eventually reach a stable condition; all flat rolled mill products are supplied with stable properties. This is usually achieved by a stabilisation thermal treatment as the last operation which results in the H32 or H321 tempers. H112 temper is strain hardened as the final operation, again to quickly reach the required stable temper properties.

To soften Alloy 5083 it can be annealed by heating to 345°C, hold until uniform temperature then cool; the rate of cooling is not important.

Welding

Excellent weldability by all standard electric and resistance methods; gas welding is not recommended. GMAW and GTAW are preferred and widely used to produce structural welds. When welding 5083 to itself or another alloy in the 5xxx series, the recommended filler metal is 5183. Other fillers are possible. Welding of strain hardened tempers will reduce strengths in the heat affected zones.

Machining

Machinability of 5083 is poor due to its high strength.

ASTM B928M and Classification Society Rules

ASTM B209M covers a large range of aluminium alloys intended for general applications – architectural, structural and light-duty marine for example. Following serious corrosion problems leading up to 2000 the new standard ASTM B928M was introduced to prevent corrosion of ship structures. Alloy 5083 and only a few other high magnesium alloys are included in B928M. The only tempers permitted – H116 and H321 for 5083 – require testing for exfoliation corrosion and intergranular corrosion resistance, to ASTM G66 and G67. In addition Classification Society (Lloyds, DNV etc) rules are frequently called for in purchase of plate for ship building. Inspection certificates for 5083 H116 or H321 would normally show endorsement by DNV or another Classification Society.

Typical Applications

Plate for ship building, unfired welded pressure vessels, rail and other vehicles, various structural applications that make use of the high strength.

Specified Properties

These properties are specified for flat rolled product (plate, sheet and coil) in ASTM B209M or B928M. Similar but not necessarily identical properties are specified for other products such as tube and bar in their respective specifications.

Composition Specification (%) (single values are maxima except as noted)

Alloy	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Others	
									Each	Total
5083	0.40	0.40	0.10	0.40-1.0	4.0-4.9	0.05-0.25	0.25	0.15	0.05	0.15

Mechanical Property Specification (single values are minima except as noted)

Alloy & Temper	Spec	Tensile Strength (MPa)	Yield Strength 0.2% Proof (MPa)	Elongation (% in 50mm) minimum for sheet or plate thicknesses shown		
				All gauges (Note 2)	5.0-12.5mm	6.31-80.0mm
5083-O	B209M	270-345	115-200			16
5083-H32	B209M	305-385	215 min		12	
5083-H116	B928M	305 min ⁽¹⁾	215 min ⁽¹⁾	10		
5083-H321	B928M	305-385 ⁽¹⁾	215 min ⁽¹⁾	10 - 12		

- Properties for H116 and H321 reduced at thickness over 40mm ... tensile strength 285MPa min and yield strength 200MPa min.
- Elongations specified for H116 and H321 vary slightly depending on gauge. Measurement gauge length also varies. Refer to ASTM B928M for details.
- Properties specified for tempers O and H32 also vary slightly depending on sheet or plate thickness. Specialist tempers F and H112 are also possible in 5083 – refer to ASTM B209M for details.

Physical Properties (typical values)

Alloy	Density (kg/m ³)	Elastic Modulus (GPa)	Mean Coefficient of Thermal Expansion 20-100°C (µm/m/°C)	Thermal Conductivity at 25°C (W/m.K)	Electrical Conductivity MS/m at 20°C		Electrical Resistivity (nΩ.m)
					Equal Volume	Equal Mass	
5083	2660	71	23.8	117	17	57	59

Grade Specification Comparison

Alloy	UNS No	ISO	BS	DIN	
				No	Name
5083	A95083	AlMg4.5Mn	N8	3.3547	AlMg4.5Mn

These comparisons are approximate only. The list is intended as a comparison of functionally similar materials **not** as a schedule of contractual equivalents. If exact equivalents are needed original specifications must be consulted.

Possible Alternative Alloys

Alloy	Why it might be chosen instead of 5083
3003	Brighter appearance required, particularly when considering treadplate. Much lower strength.
5005	Bright (decorative) anodising finish is required and lower strength is acceptable.
5052	Required as treadplate and lower strength is acceptable.

Bending Radii

Minimum Bend Radius for Sheet or Plate thickness "t"								
Temper	0.4mm	0.8mm	1.6mm	3.2mm	4.8mm	6.0mm	10mm	12mm
O			$\frac{1}{2} t$	1t	1t	1t	$1\frac{1}{2}t$	$1\frac{1}{2}t$
H321					$1\frac{1}{2}t$	$1\frac{1}{2}t$	2t	$2\frac{1}{2}t$

Recommended minimum bending radius for sheet or plate of thickness given, at 90° to the rolling direction. These values are recommended but are not guaranteed; the minimum possible bend radius will depend on the type of bending equipment and on the tooling and its condition.

References

- ASTM B209M – 10. Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate.
- ASTM B928M – 09. Standard Specification for High Magnesium Aluminum-Alloy Sheet and Plate for Marine Service and Similar Environments.
- Bushfield, H., Marine Aluminum Plate - ASTM Standard Specification B928 And The Events Leading To Its Adoption.
- Aluminum Association – Aluminum Standards and Data – 2009 Metric SI.
- WTIA Technical Note 2 – Successful Welding of Aluminium.

Limitation of Liability

The information contained in this datasheet is not an exhaustive statement of all relevant information. It is a general guide for customers to the products and services available from Atlas Steels and no representation is made or warranty given in relation to this document or the products or processes it describes.

Simulation of Tanki LNG Analysis

Date: 26 Juli 2014
Designer: Zahratul Maulidah
Study name: Thermal & Stress Analysis
Analysis type: Static

Table of Contents

Description.....	1
Assumptions.....	2
Model Information	2
Study Properties	3
Units.....	3
Material Properties	4
Loads and Fixtures	4
Connector Definitions	4
Contact Information	5
Mesh Information.....	5
Sensor Details	6
Resultant Forces.....	6
Beams.....	6
Study Results	7
Conclusion	9



Description
No Data

Assumptions

Model Information



Model name: Tanki LNG Analysis
Current Configuration: Default

Solid Bodies

Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Body-Move/Copy1	Solid Body	Mass:533481 kg Volume:200.557 m ³ Density:2660 kg/m ³ Weight:5.22811e+006 N	D:\Zahra TA\Zahratul_M\Tanki LNG Analysis.SLDPRT Jul 22 07:02:28 2014



Study Properties


Study name	Thermal & Stress Analysis
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	From thermal study
Input thermal study:	Thermal Analysis
Time Step	1
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SolidWorks Flow Simulation	Off
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	Off
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	SolidWorks document (D:\Zahra TA\Zahratul_M)

Units


Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m ²




Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	Name: Alloy 5083-O Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Max von Mises Stress Yield strength: 1.45e+008 N/m ² Tensile strength: 2.9e+008 N/m ² Compressive strength: 2.69e+008 N/m ² Elastic modulus: 7.1e+009 N/m ² Poisson's ratio: 0.33 Mass density: 2660 kg/m ³ Shear modulus: 2.64e+010 N/m ² Thermal expansion coefficient: 2.5e-005 /Kelvin	SolidBody 1(Body-Move/Copy1)(Tanki LNG Analysis)
Curve Data:N/A		

Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details		
Symmetry-1		Entities: 3 face(s) Type: Fixed Geometry		
Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	482.031	5.53728e+006	200.438	5.53728e+006
Reaction Moment(N-m)	0	0	0	0

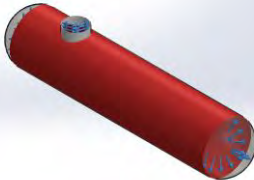
Load name	Load Image	Load Details
Pressure-1		Entities: 4 face(s) Type: Normal to selected face Value: 282000 Units: N/m ²

Connector Definitions

No Data



Contact Information

Contact	Contact Image	Contact Properties
Global Contact		Type: Bonded Components: 1 component(s) Options: Compatible mesh

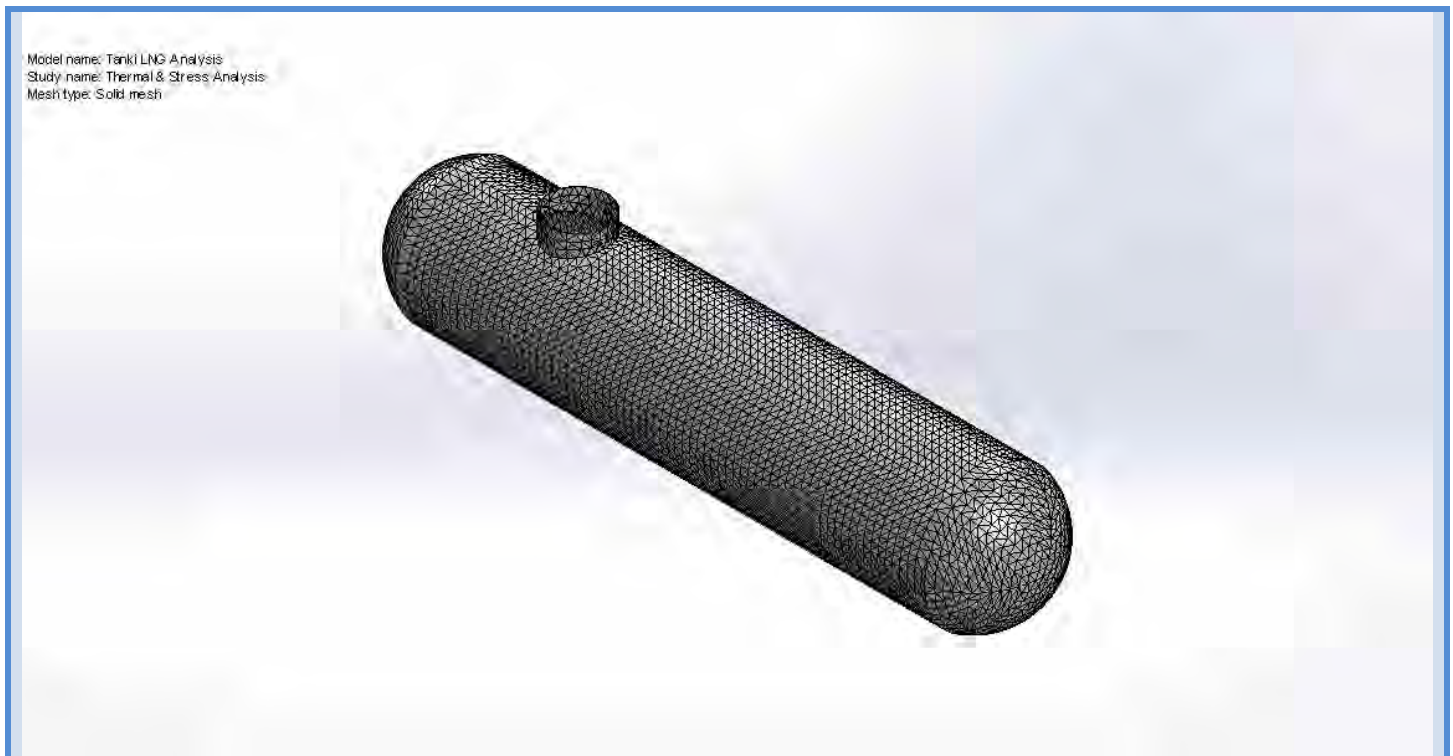
Mesh Information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points	4 Points
Element Size	634.268 mm
Tolerance	31.7134 mm
Mesh Quality	High

Mesh Information - Details

Total Nodes	61602
Total Elements	31131
Maximum Aspect Ratio	81.964
% of elements with Aspect Ratio < 3	0.00964
% of elements with Aspect Ratio > 10	5.12
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:14
Computer name:	3DMODEL41-PC



**Sensor Details**

No Data

Resultant Forces**Reaction Forces**

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	482.031	5.53728e+006	200.438	5.53728e+006

Reaction Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N-m	0	0	0	0

Beams

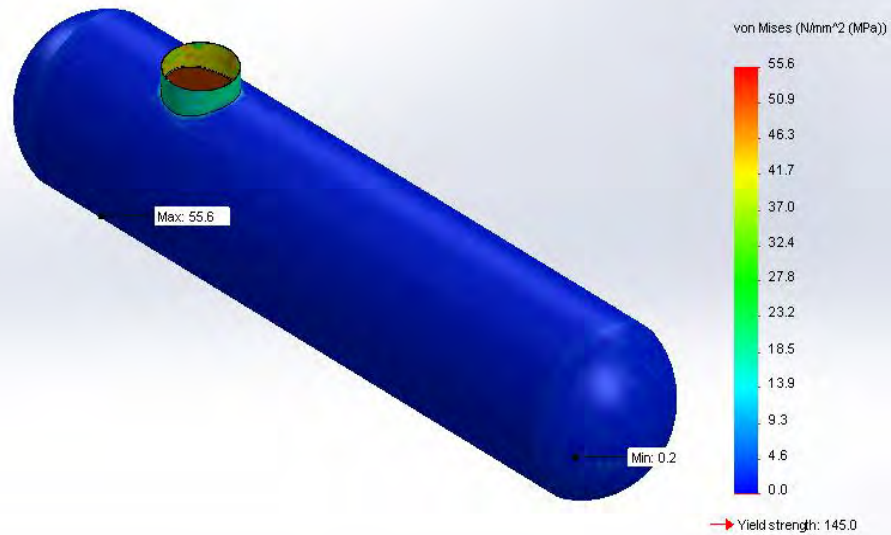
No Data



Study Results

Name	Type	Min	Max
Stress1	VON: von Mises Stress	0 N/mm ² (MPa) Node: 11804	55.5747 N/mm ² (MPa) Node: 24409

Model name: Tanki LNG Analysis
Study name: Thermal & Stress Analysis
Plot type: Static nodal stress Stress1

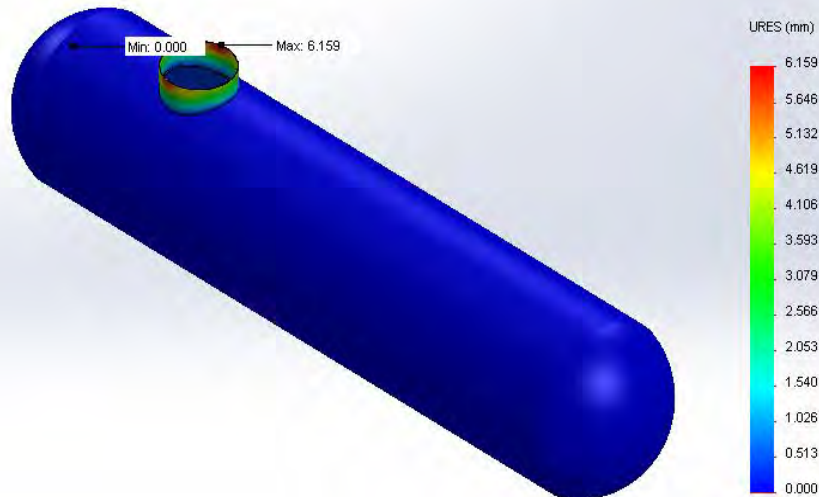


Tanki LNG Analysis-Thermal & Stress Analysis-Stress-Stress1

Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 1	6.15884 mm Node: 3551



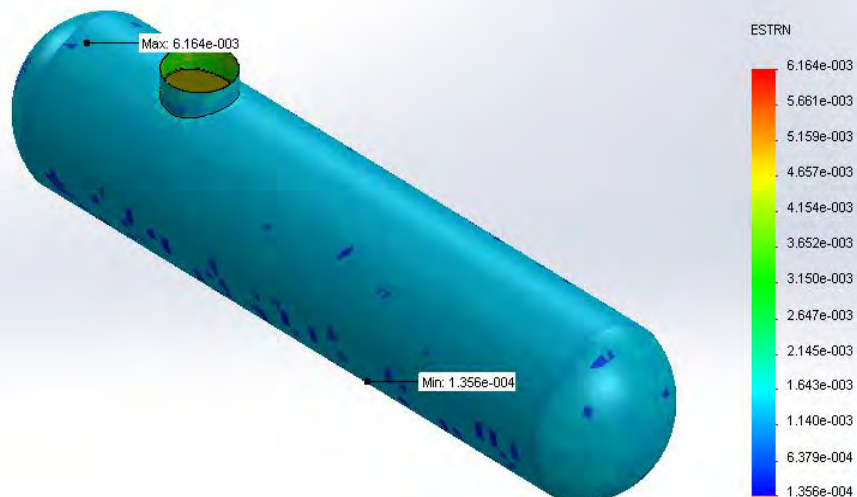
Model name: Tanki LNG Analysis
Study name: Thermal & Stress Analysis
Plot type: Static displacement Displacement1



Tanki LNG Analysis-Thermal & Stress Analysis-Displacement-Displacement1

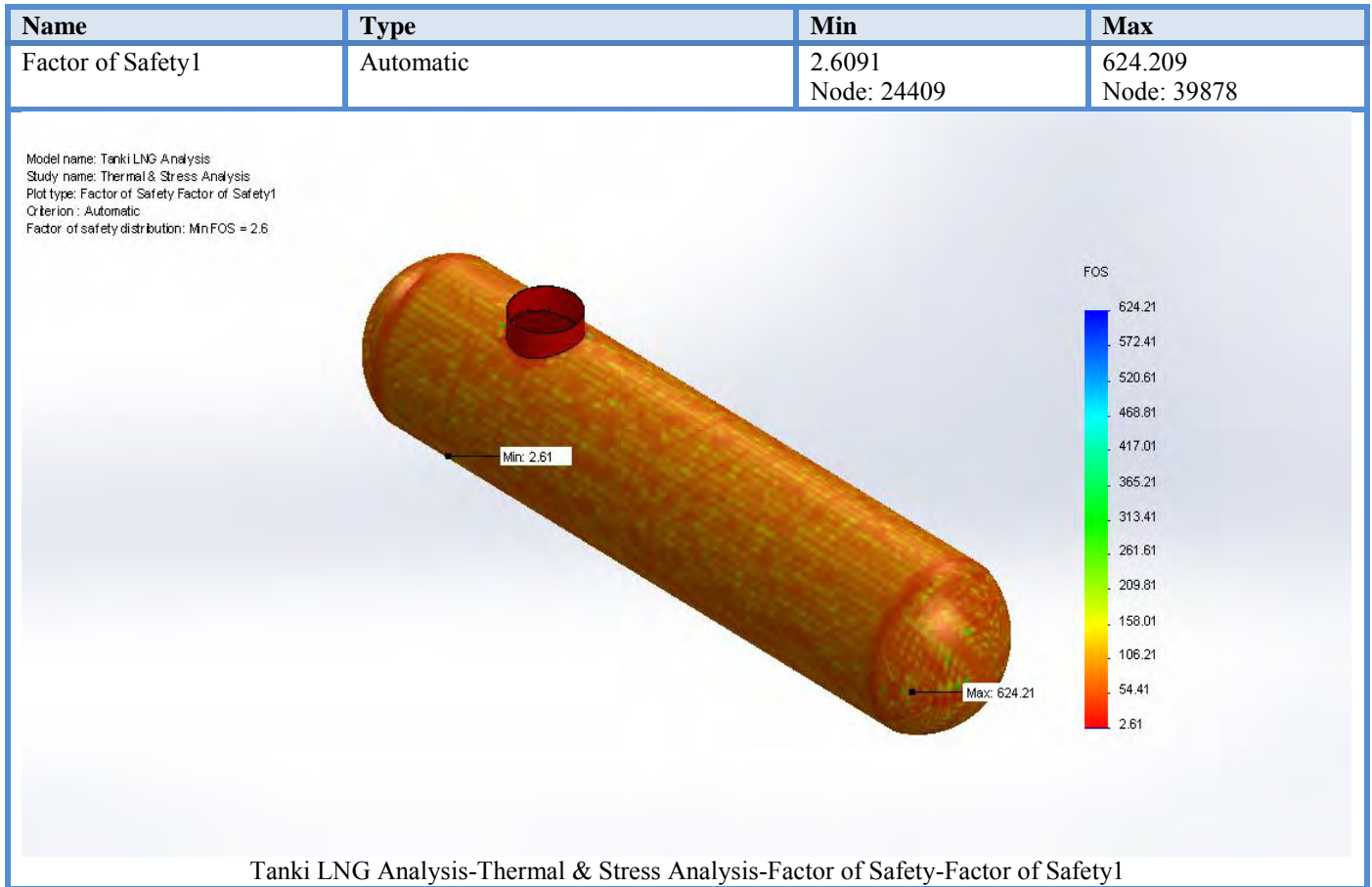
Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	0.000135555 Element: 25867	0.00616362 Element: 23298

Model name: Tanki LNG Analysis
Study name: Thermal & Stress Analysis
Plot type: Static strain Strain1



Tanki LNG Analysis-Thermal & Stress Analysis-Strain-Strain1



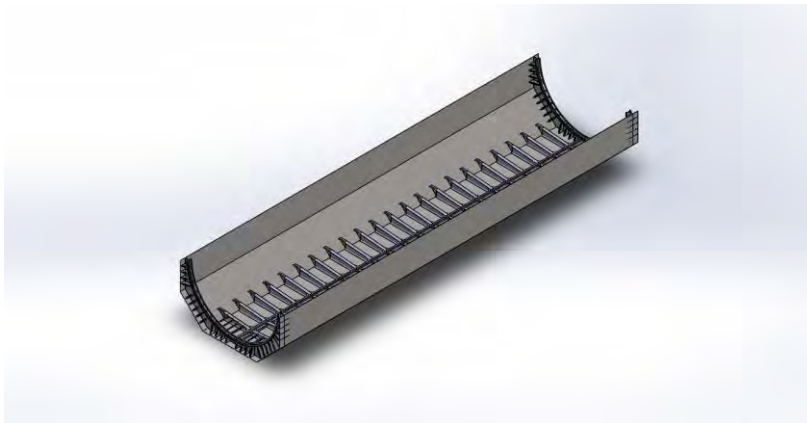


Conclusion





Teknik Sistem Perkapalan - ITS
Gedung WA, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya
Phone: (031) 599 4251
Fax: (031) 5994754
<http://www.ne.its.ac.id/siskal/>



Date: Wednesday, August 06, 2014
Designer: Zahratun Maulidah
Study name: Study 1
Analysis type: Static

Table of Contents

Description	1
Assumptions	2
Model Information	2
Study Properties	34
Units	34
Material Properties	35
Loads and Fixtures	36
Mesh Information.....	36
Resultant Forces	44
Beams.....	44
Study Results.....	45
Conclusion	49

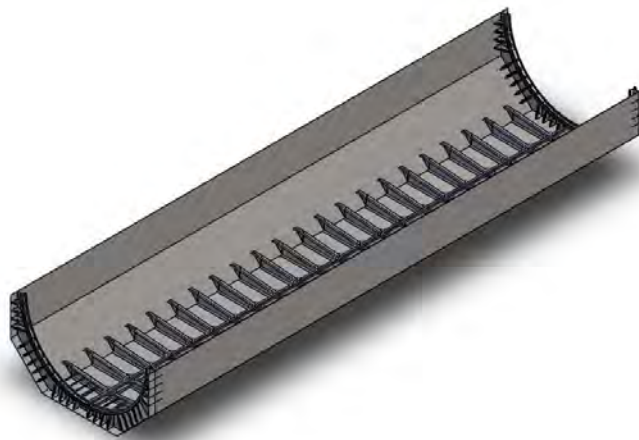
Description

Analisa Kekuatan Konstruksi LNG dengan Menggunakan Material Carbon Manganese Steel (AISI 1340)



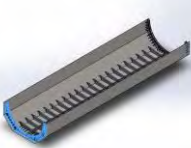

Assumptions

Model Information



Model name: Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis
Current Configuration: Default<As Machined>

Solid Bodies


Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Mirror4 	Solid Body	Mass: 4917.34 kg Volume: 0.62482 m ³ Density: 7870 kg/m ³ Weight: 48189.9 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Combine2 	Solid Body	Mass: 174340 kg Volume: 22.1525 m ³ Density: 7870 kg/m ³ Weight: 1.70853e+006 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014





LPattern7[32] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[61] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[21] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[52] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[15] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[31] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



LPattern7[9] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[60] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[30] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[51] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[20] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[43] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014


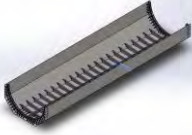

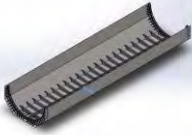
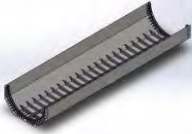
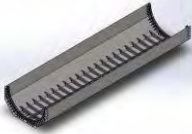


	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014

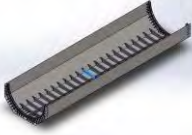


LPattern7[34] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[16] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[62] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[10] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[53] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern7[33] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014





Mirror5[21] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[52] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[29] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[11] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[4] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[28] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



Mirror5[36] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[20] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[51] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[43] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[10] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[19] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014






Mirror5[50] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[27] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[35] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[42] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[3] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[34] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



Mirror5[9] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[18] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[49] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[2] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[26] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[41] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



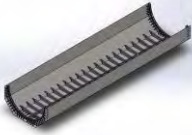
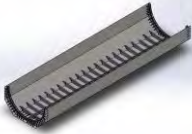


Mirror5[33] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[8] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[25] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[48] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[40] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[17] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014

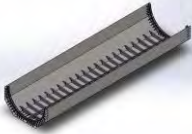


<p>Mirror5[1]</p> 	Solid Body	<p>Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Mirror5[47]</p> 	Solid Body	<p>Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Mirror5[24]</p> 	Solid Body	<p>Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Mirror5[32]</p> 	Solid Body	<p>Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Mirror5[16]</p> 	Solid Body	<p>Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Mirror5[7]</p> 	Solid Body	<p>Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>

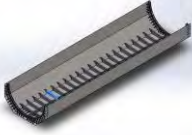


Mirror5[39] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[54] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[31] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[15] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[46] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[6] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014

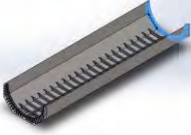

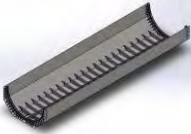


Mirror5[23] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[14] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[30] 	Solid Body	Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:555.982 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[38] 	Solid Body	Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:4214.35 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[45] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror5[22] 	Solid Body	Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:77.9882 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



<p>Mirror5[53]</p> 	Solid Body	<p>Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Mirror5[13]</p> 	Solid Body	<p>Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Mirror5[37]</p> 	Solid Body	<p>Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Mirror5[5]</p> 	Solid Body	<p>Mass:430.035 kg Volume:0.0546423 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:4214.35 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Mirror5[12]</p> 	Solid Body	<p>Mass:7.95798 kg Volume:0.00101118 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:77.9882 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Mirror5[44]</p> 	Solid Body	<p>Mass:56.7329 kg Volume:0.00720875 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:555.982 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>



<p>Mirror6</p> 	Solid Body	<p>Mass:4917.34 kg Volume:0.62482 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:48189.9 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Boss-Extrude32</p> 	Solid Body	<p>Mass:2324.32 kg Volume:0.295339 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:22778.3 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Boss-Extrude33</p> 	Solid Body	<p>Mass:2324.32 kg Volume:0.295339 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:22778.3 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>LPattern9[16]</p> 	Solid Body	<p>Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>LPattern9[15]</p> 	Solid Body	<p>Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>LPattern9[14]</p> 	Solid Body	<p>Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>



LPattern9[13] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern9[12] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern9[42] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern9[11] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern9[41] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern9[10] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



LPattern9[28] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern9[27] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern9[26] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern9[25] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern9[21] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern9[20] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



LPattern9[19] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern9[18] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
LPattern9[17] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[30] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[29] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[28] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



Mirror7[27] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[26] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[25] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[24] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[23] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[22] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



Mirror7[21] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[20] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[19] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[18] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[17] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[44] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



Mirror7[16] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[43] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[15] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[42] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[14] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[41] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014






Mirror7[13] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[40] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[12] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[39] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[11] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[38] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



Mirror7[10] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[37] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[9] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[36] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[35] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014
Mirror7[34] 	Solid Body	Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m ³ Density:7870 kg/m ³ Weight:58.7347 N	E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014



<p>Mirror7[33]</p> 	Solid Body	<p>Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Ko nstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Mirror7[32]</p> 	Solid Body	<p>Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Ko nstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>
<p>Mirror7[31]</p> 	Solid Body	<p>Mass:5.99334 kg Volume:0.000761542 m³ Density:7870 kg/m³ Weight:58.7347 N</p>	<p>E:\Titip Pandika\Zahratul_M\Ko nstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis.SLDPRT Aug 05 23:27:41 2014</p>



Study Properties

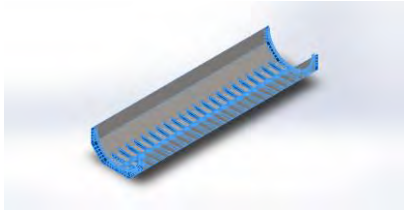
Study name	Study 1
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SolidWorks Flow Simulation	Off
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	Off
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	SolidWorks document (E:\Titip Pandika\Zahratul_M)

Units

Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m ²




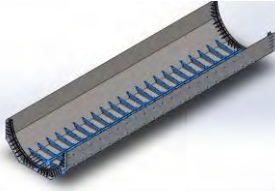
Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	<p>Name: AISI 1340</p> <p>Model type: Linear Elastic Isotropic</p> <p>Default failure criterion: Max von Mises Stress</p> <p>Yield strength: 4.34e+008 N/m²</p> <p>Tensile strength: 7.03e+008 N/m²</p> <p>Compressive strength: 2.69e+008 N/m²</p> <p>Elastic modulus: 2.1e+011 N/m²</p> <p>Poisson's ratio: 0.3</p> <p>Mass density: 7870 kg/m³</p> <p>Shear modulus: 8e+010 N/m²</p> <p>Thermal expansion coefficient: 1.152e-005 /Kelvin</p>	<p>SolidBody Konstruksi Pondasi LNG Tanki</p>
Curve Data:N/A		



Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details		
Fixed-1		Entities: 6 face(s) Type: Fixed Geometry		
Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	484.539	4.19394e+006	-1997.66	4.19394e+006
Reaction Moment(N·m)	0	0	0	0

Load name	Load Image	Load Details
Force-1		Entities: 177 face(s) Type: Apply normal force Value: 4.20911e+006 N

Mesh Information

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Curvature based mesh
Jacobian points	4 Points
Maximum element size	2157.6 mm
Minimum element size	431.519 mm
Mesh Quality	High

Mesh Information - Details

Total Nodes	924609
Total Elements	451039
Maximum Aspect Ratio	535.39



% of elements with Aspect Ratio < 3	4.89
% of elements with Aspect Ratio > 10	33.4
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:18
Computer name:	ICEVL2-PC






Model name: Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis
Study name: Study 1
Mesh type: Solid mesh








Mesh Control Information:

Mesh Control Name	Mesh Control Image	Mesh Control Details
Control-18		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5








Control-19		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-20		Entities: 183 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-21		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-22		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-23		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5




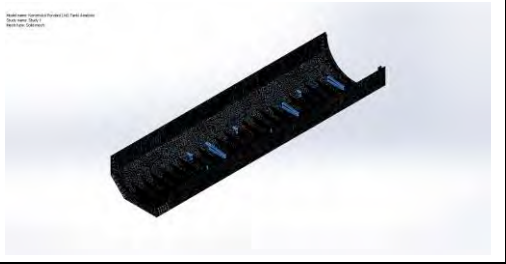


Control-24		Entities: 24 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-25		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-26		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-27		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-28		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5





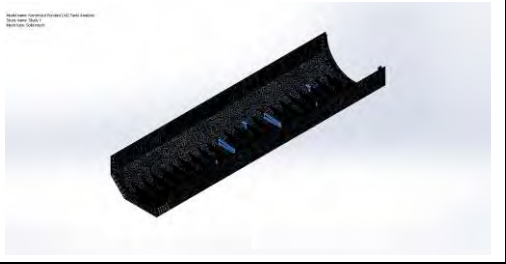


Control-29		Entities: 22 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-30		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-31		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-32		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-33		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5





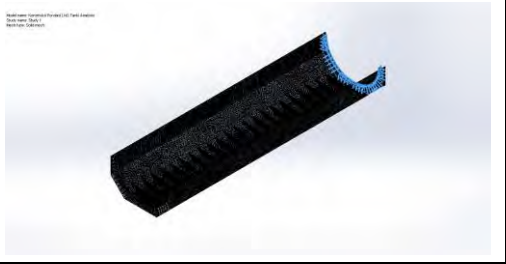


Control-34		Entities: 8 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-35		Entities: 9 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-36		Entities: 11 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-37		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-38		Entities: 9 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5






Control-39		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-40		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-41		Entities: 9 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-42		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-43		Entities: 7 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5



Control-44		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-45		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-46		Entities: 10 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-47		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-48		Entities: 1 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5



Control-49		Entities: 23 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-50		Entities: 25 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5
Control-51		Entities: 23 Solid Body (s) Units: mm Size: 271.099 Ratio: 1.5

Resultant Forces

Reaction Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	484.539	4.19394e+006	-1997.66	4.19394e+006

Reaction Moments

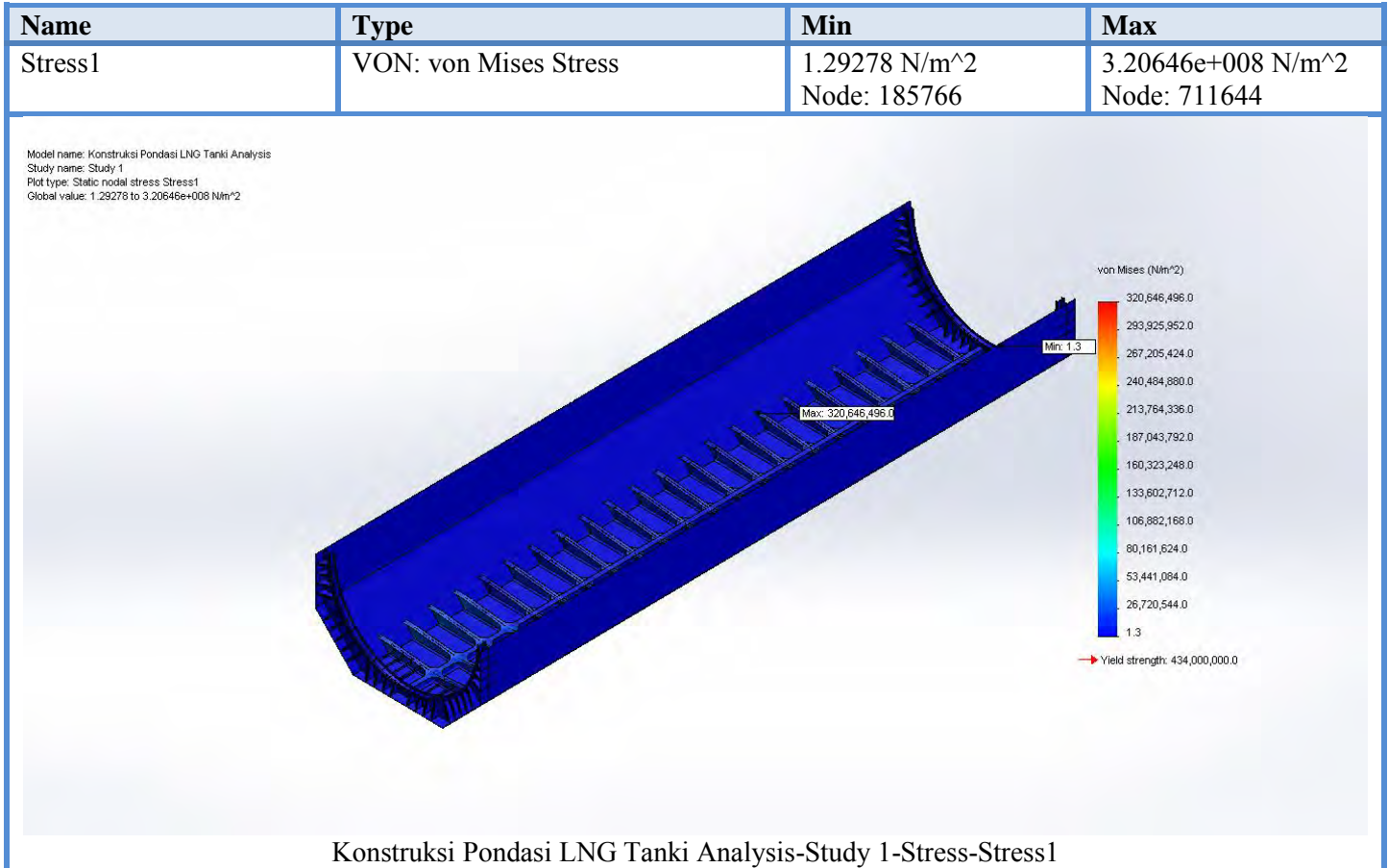
Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N·m	0	0	0	0

Beams

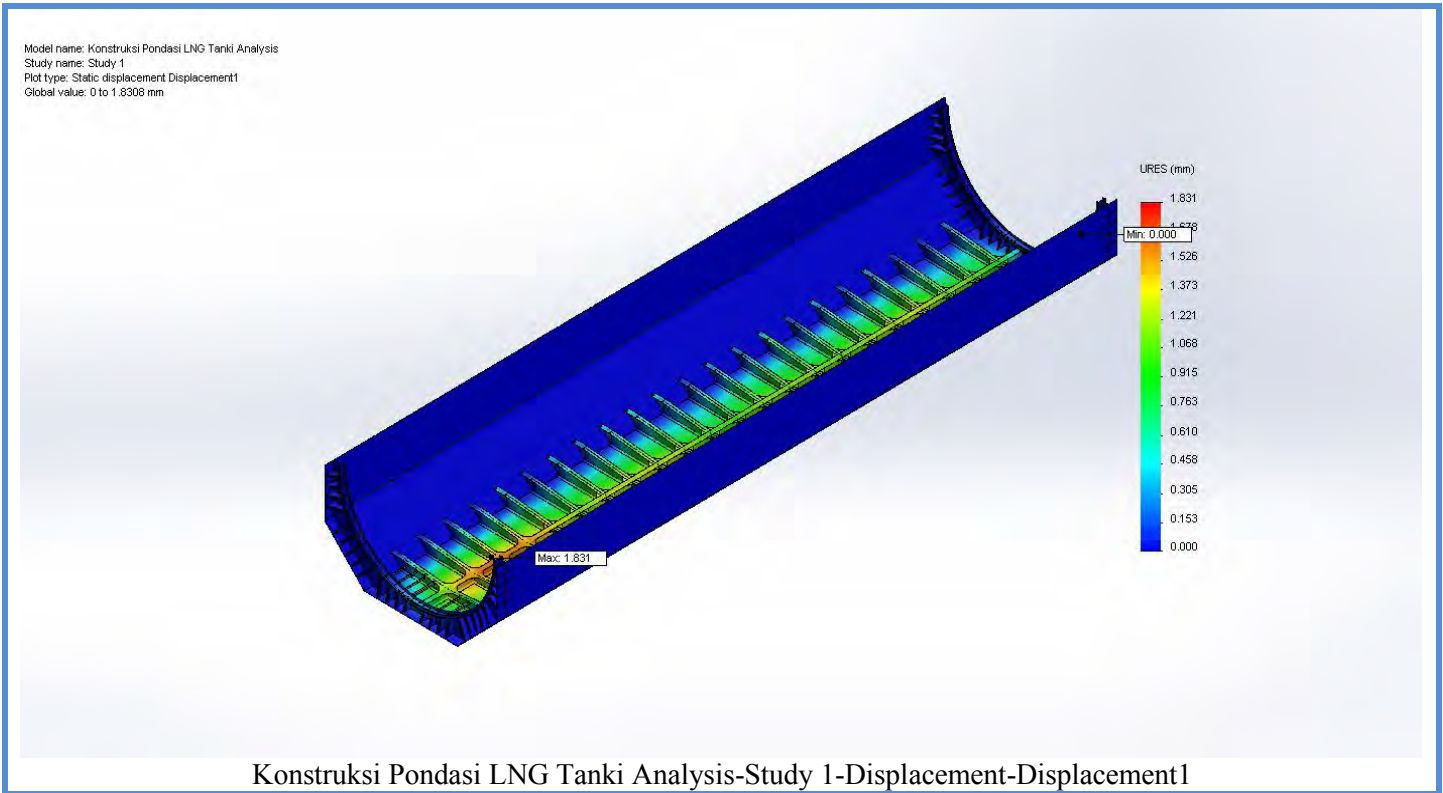
No Data



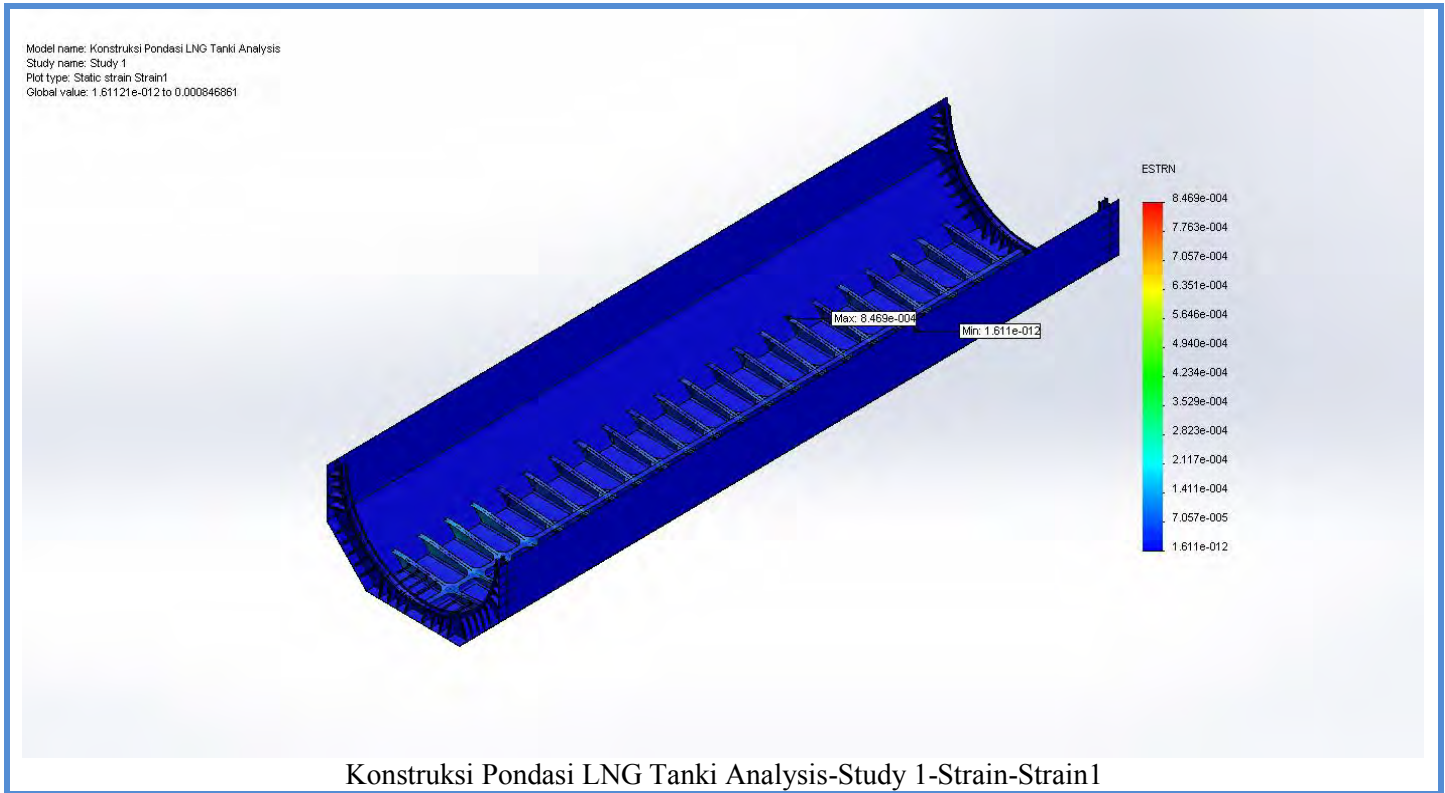
Study Results



Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 160	1.8308 mm Node: 293086



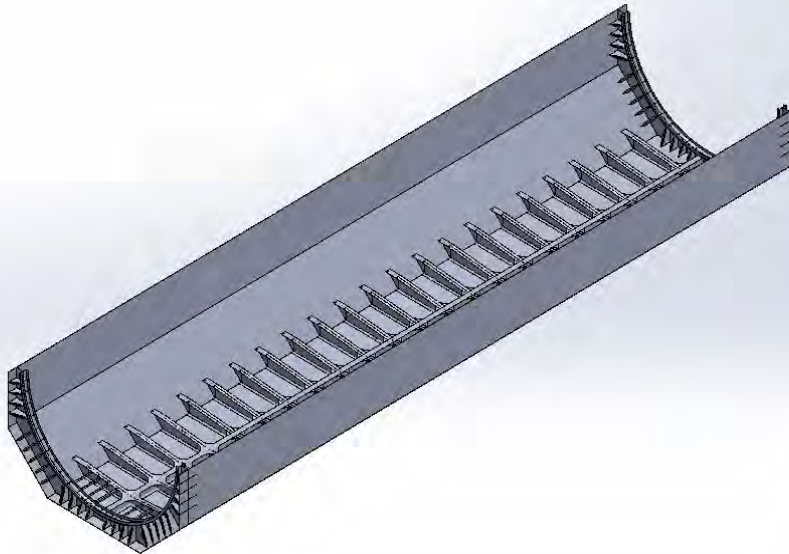
Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	1.61121e-012 Element: 182899	0.001830861 Element: 350572



Name	Type
Displacement1 {1}	Deformed Shape

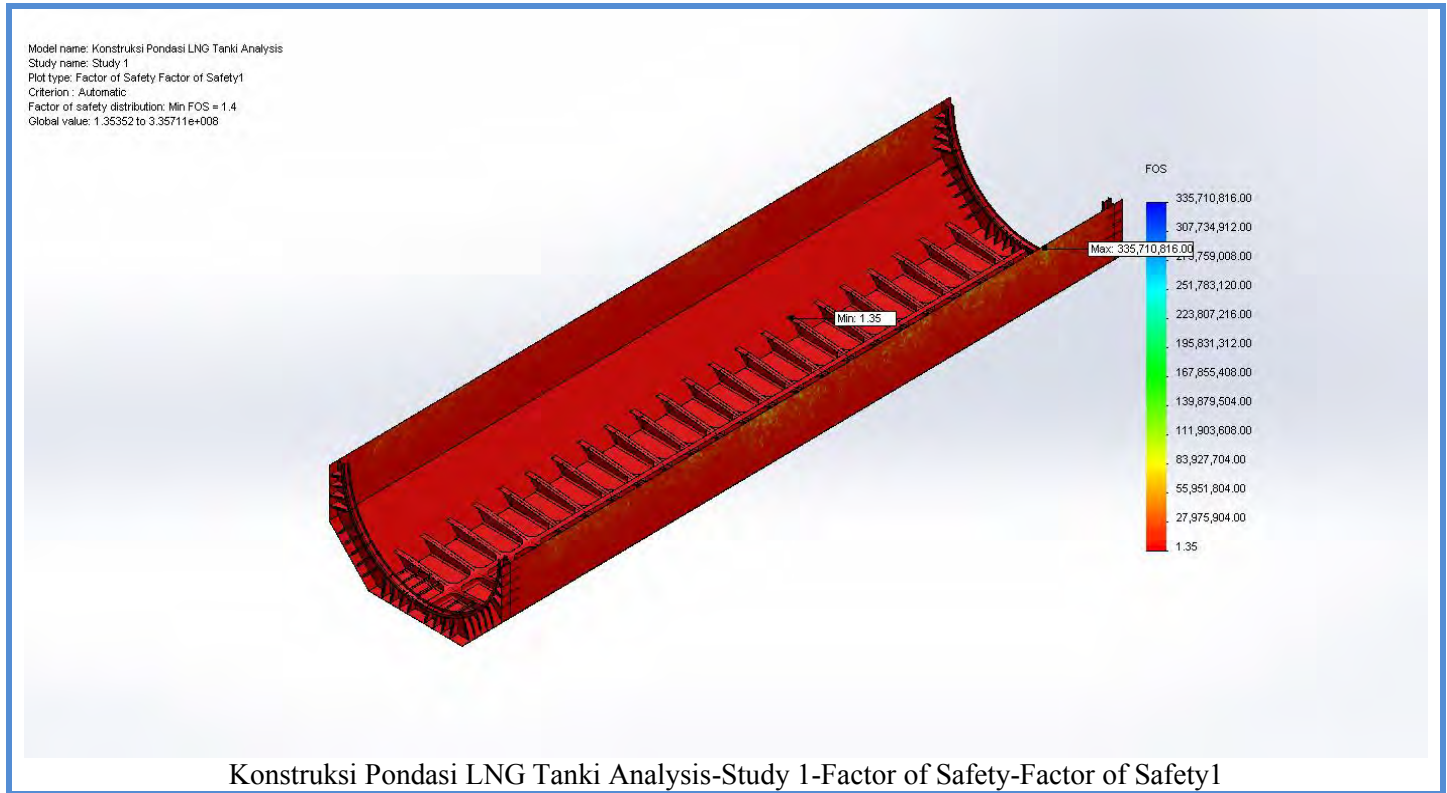


Model name: Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis
Study name: Study 1
Plot type: Deformed Shape Displacement1 (1)



Konstruksi Pondasi LNG Tanki Analysis-Study 1-Displacement-Displacement1 {1}

Name	Type	Min	Max
Factor of Safety1	Automatic	1.35352 Node: 711644	3.35711e+008 Node: 185766



Conclusion

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soegiono and Ketut Buda Artana, *Transportasi LNG Indonesia*. Surabaya, Indonesia: Airlangga University Press, 2006.
- [2] Yohanes Oscarino N.S., *DISTRIBUSI GAS ALAM CAIR (LNG) DARI KILANG MENUJU FLOATING STORAGE REGASIFICATION UNIT (FRSU) UNTUK PEMENUHAN KEBUTUHAN PEMBANGKIT DI INDONESIA MELALUI PENDEKATAN SIMULASI*. Surabaya, Indonesia, February 2011.
- [3] PT PERTOTECHINDO UTAMA, LNG (Liquified Natural Gas), 2009.
- [4] Eureka International Inc., "Japan Sea," *Kawasaki completes first pressure build-up type coastal LNG carrier Shinju Maru No.1*, no. 300, p. 2, Aug.-Sept. 2003.
- [5] DNV, *Floating Liquified Gas Terminals Offshore Technical Guidance OTG-02*. AS, March 2011.
- [6] Mhd. Daud Pinem, *Mekanika Kekuatan Material*, 1st ed. Bandung, Indonesia: Rekayasa Sains, 2010.
- [7] Azmi Ziqra Uthami, *SolidWorks Alat Bantu Merancang Komponen Dengan Mudah*. Bandung, Indonesia: Modula, 2010.
- [8] John L. Woodward and Robin Pitbaldo, *LNG Risk Based Safety: Modeling and Consequence Analysis*. Canada, Canada: John Wiley & Sons, 2010.
- [9] Departement of Industrial Relations, "Compressed and Liquefied Natural Gas System," *Unfired Pressure Vessel Safety Orders*, vol. 1, no. 7, 2014.
- [10] Dr. Klaus Gerdsmeyer, "New technological developments in LNG and CO2 logistics," in *GTE Marine Gas Engineering*,

2010, p. 13.

- [11] IMCO, *International Maritime Dangerous Goods Code*. London, London: Unwin Brothers Limited, Working and London, 1975.
- [12] IMO, *FSA – Liquefied Natural Gas (LNG) Carriers*. Denmark, 2007.
- [13] IMO, *International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk*, 2nd ed. London, London: International Maritime Organization, 1993.

BIODATA PENULIS



Zahratul Maulidah, lahir di Probolinggo, 24 Oktober 1989. Anak ketiga dari tiga bersaudara.

Penulis dilahirkan dari kedua orang tua yang bernama Mustari dan Umi Kiswati. Penulis memulai pendidikan formal di SD/MI Muhammadiyah 2 Pendil-Probolinggo (1996-2002), SMP Negeri 1 Gending-Probolinggo (2002-2005), SMA Taruna Dra. Zulaeha Leces-Probolinggo (2005-2008). Setelah lulus dari SMA, penulis

melanjutkan kuliah di Program Studi Jurusan Teknik Bangunan Kapal Diploma III Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya ITS. Di Program Studi Diploma III PPNS ini penulis mengambil bidang studi Ship Building dan dilanjutkan dengan pendidikan di ITS Surabaya melalui program lintas jalur dan mengambil jurusan Teknik Sistem Perkapalan pada tahun 2011 dan terdaftar dengan NRP 4211106007. Di akhir masa kuliah di Teknok Sistem Perkapalan ini, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisa Kekuatan Support/Pondasi Tabung Mini LNG pada Barge. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* zahratulmaulidah@yahoo.com.